

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Interaktivní učebnice pro výuku a studium ultrasonografie se
zaměřením na obsluhu ultrasonografu Mindray M7**

**Interactive handbook for teaching and study of ultrasound imaging with instructions
for the Mindray M7 ultrasound system**

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra kybernetiky a biomedicínského inženýrství

Zadání bakalářské práce

Student: **Ing. arch. Sandra Jüttnerová**

Studijní program: B2649 Elektrotechnika

Studijní obor: 3901R039 Biomedicínský technik

Téma: Interaktivní učebnice pro výuku a studium ultrasonografie se zaměřením
na obsluhu ultrasonografu Mindray M7
Interactive Handbook for Teaching and Study of Ultrasound Imaging
with Instructions for the Mindray M7 Ultrasound System

Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Seznámení se s problematikou ultrazvuku a jeho využitím v lékařství.
2. Diagnostický ultrazvukový přístroj Mindray M7.
3. Rešeršní zhodnocení vývojových a aplikačních rozhraní interaktivní učebnice.
4. Definice struktury učebnice a jednotlivých kapitol.
5. Vývoj interaktivní učebnice ultrasonografie se zaměřením na obsluhu ultrasonografu Mindray M7 pro technické i zdravotnické obory formou webových stránek.
6. Návrh a realizace interaktivního výukového prostředí.
7. Výběr vhodných multimediálních prvků a jejich formátů pro optimální umístění na internetových stránkách.
8. Testování a zhodnocení přínosnosti interaktivního výukového a studijního materiálu studenty a pedagogy.

Seznam doporučené odborné literatury:

- [1] ENSMINGER, Dale a Foster B. STULEN (eds.) *Ultrasonics data, equations, and their practical uses*. [Online-Ausg.]. Boca Raton: CRC Press/Taylor and Francis Group, 2009. ISBN 978-1420020205.
- [2] SHUNG, Kirk K a Gary A THIEME. *Ultrasonic scattering in biological tissues*. Boca Raton: CRC Press, c1993, 499 p., [4] p. of plates. ISBN 0849365686.
- [3] BARNETT, S B. a George KOSSOFF. *Safety of diagnostic ultrasound*. New York: The Parthenon Pub. Group, 1998, ix, 147 p. ISBN 1850706468.
- [4] ZHARI, Haim. *Basics of biomedical ultrasound for engineers*. Hoboken, N.J.: Wiley, 2010, xiii, 371 p., [2] p. of plates. ISBN 978-0470465479.
- [5] EVANS, David A a W Norman MCDICKEN. *Doppler ultrasound: physics, instrumentation, and signal processing*. 2nd ed. New York: Wiley, c2000, xxviii, 427 p. ISBN 0471970018.
- [6] HOSKINS, Peter R. (et al.)(eds.) *Diagnostic ultrasound: physics and equipment*. London: GMM, 2003. ISBN 978-1841100425.
- [7] GIBBS, Vivien, David COLE a Antonio SASSANO. *Ultrasound physics and technology: how, why and when*. New York: Churchill Livingstone/Elsevier, 2009, 137 p. ISBN 0702030414.
- [8] BENEŠ, Jiří, Daniel JIRÁK a František VÍTEK. *Základy lékařské fyziky*. 4. vydání. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2015, 325 stran. ISBN 978-80-246-2645-1.
- [9] WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Manual of Diagnostic Ultrasound*. 2. vydání. Geneva: WHO Press. ISBN 978-9241547451.

- [10] COMWALL, J. Chair – ABARBANEL, H. – DALLY, W. – FLATTÉ, S. – WESTERVELT, R. *Ultrasound*. , květen 1996. Dostupné z: <http://fas.org/irp/agency/dod/jason/ultrasound.pdf>.
- [11] HILL, C. R., J. C. BAMBER a G. R. HAAR. *Physical Principles of Medical Ultrasonics*, 2. vydání. John Wiley & Sons, Ltd, Physical Department, Institute of Cancer Research, Royal Marsden Hospital, Sutton, Surrey, UK. ISBN 0471970026.
- [12] WU, T. Y., N. GUO, C. Y. TEH a J. X. W. HAY. *Theory and Fundamentals of Ultrasound*. Advances in Ultrasound Technology for Environmental Remediation, 2013, kapitola 2, s. 5-12. ISBN 978-9400755321.
- [13] WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Training in Diagnostic Ultrasound: Essentials, Principles and Standards*. Ženeva, 1998, Report of a WHO Study Group. ISBN 9241208759, ISSN 0512-3054.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Iveta Bryjová**

Datum zadání: 01.09.2015

Datum odevzdání: 29.04.2016



doc. Ing. Jiří Koziorek, Ph.D.
vedoucí katedry



prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.
děkan fakulty

„Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně. Uvedla jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpala.“

V Ostravě dne 27. dubna 2016.



.....
Ing. arch. Sandra Jüttnerová

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucí této práce paní Ing. Ivetě Bryjové za všechny cenné rady a podněty.

Abstrakt

Interaktivní učebnice se stává moderní a perspektivní formou vyučování. Pomocí multimediálních interaktivních prvků se snaží studentům co nejrealističtěji přiblížit skutečné prostředí. Studenti jsou do výuky aktivně zapojeny a nejsou jen pasivními posluchači. Pozorování a samostatná činnost je nejefektivnějším způsobem učení. Bakalářská práce řeší interaktivní výukový materiál zaměřený na ultrasonografii a obsluhu ultrasonografu Mindray M7. Úkolem je poskytnout ucelenou učebnici pro zdravotnické i technické obory. Praktická část bakalářské práce je rozdělena do pěti celků. První řeší fyzikální podstatu ultrazvuku. V druhé části se zabývá využitím ultrazvuku v lékařství. Třetí část se zaměřuje na techniku a testování ultrazvukových přístrojů. Ultrasonografu Mindray M7 se věnuje část čtvrtá a poslední pátá kapitola obsahuje laboratorní úlohy k již zmíněnému ultrasonografickému přístroji.

Klíčová slova

ultrazvuk, ultrasonografie, sonda, uzv, usg, Mindray M7, interaktivní učebnice ultrasonografie

Abstract

An interactive handbook become a modern and perspective form of teaching. It tries to show to the students the most realistic enviroment by using mutimedial interactive objects. Students are not only kind of audience, they are effectively taken to the education. By listening, watching and practising they can reach the most effective learning process. The bachelor theses solves an interactive teaching material focused on ultrasonogprahy and handling the Mindray M7 ultrasound system. The purpose is to proceed a complex book for medical and technical branches. Practical part of bachelor theses is separated into 5 elements. The firts element tries to solve a psychical stuff of ultrasound. In the second it deals with using an ultrasound in medical. The third element uses technique and test of ultrasound devices. The ultrasound Mindray M7 dedicates to the part fourth and last part the fifth one contains laborator assesments to the ultrasonography device mentioned.

Key Words

ultrasonic, ultrasonography, probe, usg, Mindray M7, interactive handbook of ultrasonography

Obsah

Seznam použitých symbolů a zkratk	10
Seznam ilustrací	11
Úvod	13
01 problematika ultrazvuku a jeho využití v lékařství.....	15
1. Ultrazvuk v lékařství	15
1.1. Intenzity ultrazvukového vlnění	15
1.2. Působení ultrazvuku na živou tkáň	15
2. Využití ultrazvuku	17
2.1. Ultrazvuková diagnostika	17
2.2. Zobrazení	17
2.3. Ultrazvuková terapie	18
2.3.1. Ultrazvuková fyzioterapie	18
2.3.2. Ultrazvuková chirurgie.....	19
02 diagnostický ultrazvukový přístroj Mindray M7	20
1. Mindray M7	20
1.1. Zobrazovací módy.....	21
1.2. Moduly rozšíření.....	21
03 interaktivní učebnice a multimediální prvky	23
1. Interaktivní učebnice	23
1.1. Nástroje pro tvorbu interaktivní učebnice	24
1.1.1. Xerte Online Toolkits	24
1.1.2. iBooks Autor	24
1.1.3. ActivStudio	24
1.1.4. FlexiAutor	24
1.1.5. HTML + CSS + Javascript.....	24
1.2. Efektivní sdělení informací	25
1.3. Zásady tvorby interaktivní učebnice	27
2. Multimediální prvky	28
2.1. Obrázky, fotografie	28
2.1.1. Rastrová grafika	28
2.1.2. Vektorová grafika	28

2.1.3.	JPG	28
2.1.4.	PNG	29
2.1.5.	GIF	29
2.1.6.	SVG.....	29
2.1.7.	RAW.....	29
2.1.8.	TIFF.....	29
2.1.9.	BMP	30
2.2.	Animace	30
2.2.1.	Flash animace.....	30
2.2.2.	GIF	30
2.2.3.	JavaScript	30
2.2.4.	jQuery.....	30
2.2.5.	CSS3.....	31
2.3.	Videa	31
3.	Grafika	32
3.1.	Písmo	32
3.1.1.	Patkové písmo	32
3.1.2.	Bezpatkové písmo.....	32
3.2.	Barvy	33
3.2.1.	CMYK.....	33
3.2.2.	RGB	33
3.2.3.	Bezpečné barvy	34
3.2.4.	Barevný a tonální kontrast	34
3.2.5.	Harmonie barev.....	35
04	Návrh řešení	36
1.	Dostupné webové stránky věnující se problematice využití ultrazvuku v lékařství	36
1.1.	RadiologyInfo	36
1.2.	Radiology Assistant.....	37
2.	Nástroje pro tvorbu interaktivní učebnice.....	40
3.	Multimediální prvky	41
4.	Kódy, výběr vhodného vzhledu	42
4.1.	Kódy HTML, CSS a Javascript.....	42
4.1.1.	HTML	42
4.1.2.	CSS.....	43
4.1.3.	Javascript.....	43
4.2.	Výběr vhodného vzhledu učebnice	43
05	návrh webového prostředí	44

1.	Barvy, rozvržení	44
2.	Kapitoly	48
2.1.	Home.....	48
2.2.	Obsah.....	49
2.2.1.	Fyzika ultrazvuku	50
2.2.2.	Lékařské využití	52
2.3.	Videa	53
2.4.	Vyšetření	55
2.4.1.	Vyšetřovací techniky	56
2.4.2.	Základní roviny	57
2.4.3.	Vyšetření jednotlivých orgánů	58
2.5.	Technika.....	59
2.6.	Cvičení	60
2.7.	Mindray M7	61
2.8.	Virtuální ultrasonograf	62
2.9.	Testy	64
3.	Ovládání.....	65
	06 testování interaktivní učebnice	66
	Závěr.....	67



Seznam použitých symbolů a zkratek

A	amplituda, maximální výchylka
c	rychlost
CFM	tok k sondě
CMYK	barevný prostor (C – cyan, M – magenta, Y – yellow, K – black)
CSS	kaskádové styly
CW	(continual wave) kontinuální Doppler
dB	decibel
DICOM	standard pro zobrazování, distribuci, skladování a tisk medicínských dat
ECG	elektrokardiografie
ECHO	echokardiografické vyšetření
f	frekvence
HTML	HyperText Markup Language
Hz	Hertz
I	intenzita akustického tlaku
kbit/s	kilobit za sekundu
Mbit/s	megabit za sekundu
mm	milimetr
$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	metry za sekundu
PD	tok k sondě i od sondy
PW	(pulse wave) pulzní Doppler
RGB	barevný prostor (R – red, B – blue, G – green)
sin	sinus
t	čas
T	perioda, doba kmitu
USG	ultrasonograf, ultrasonografie
UZV	ultrazvuk
W	Watt
$\text{W} \cdot \text{cm}^{-2}$	Watt na centimetr čtvereční
Z	akustická impedance (vlnový odpor)
α	úhel odrazu/dopadu
λ	vlnová délka
ρ	hustota



Seznam ilustrací

Obr. 1: A-mód.	17
Obr. 2: B-mód.....	18
Obr. 3: Mindray M7 [44].	20
Obr. 4: Modul rozšíření sondy [43].	21
Obr. 5: Modul rozšíření I/O [43].	21
Obr. 6: Modul rozšíření V/A [43].	22
Obr. 7: EKG modul [43].	22
Obr. 8: Interaktivní učebnice.	23
Obr. 9: Získávání informací ze smyslů.....	25
Obr. 10: Dealův kužel abstrakce. [19].....	26
Obr. 11: Vliv činnosti na zapamatování [19].	26
Obr. 12: Příklad patkového písma.	32
Obr. 13: Příklad bezpatkového písma.....	32
Obr. 14: Barevný model CMYK [29].	33
Obr. 15: Barevný model RGB [29].	34
Obr. 16: Výpočet barevného kontrastu [31].	35
Obr. 17: Příklad barevného schéma [30].	35
Obr. 18: Úvodní stránka RadiologyInfo.	36
Obr. 19: Výběr zobrazovací metody.....	37
Obr. 20: Výběr vyšetření orgánů.	37
Obr. 21: Úvodní stránka Radiology Assistant.	38
Obr. 22: Nabídka vyšetření.....	38
Obr. 23: Popisy a snímky jaterní tkáně.	39
Obr. 24: Koncept.	40
Obr. 25: Ukázka prostředí PSPadu.	42
Obr. 26: Výběr barev.	44
Obr. 27: Rozvržení stránky.....	44
Obr. 28: Hlavní menu.	45
Obr. 29: Patička.	45
Obr. 30: Wireframe - hlavní stránka.....	45
Obr. 31: Wireframe - stránka s obsahem.	46
Obr. 32: Wireframe - stránka s nabídkou.	46
Obr. 33: Wireframe - stránka s hlavním obsahem.....	47
Obr. 34: Struktura webových stránek.	47
Obr. 35: Sestavení kapitol.	48
Obr. 36: Úvodní stránka	49
Obr. 37: Obsah.....	50
Obr. 38: Kapitola "Fyzika ultrazvuku".	51
Obr. 39: Kapitola "Lékařské využití".	52
Obr. 40: Nabídka videí.	53
Obr. 41: Přehrávání videí v Lightboxu.	54



Obr. 42: Nabídka vyšetření.....	55
Obr. 43: Kapitola Vyšetřovací techniky.....	56
Obr. 44: Kapitola roviny řezu.....	57
Obr. 45: Kapitola Vyšetření jater.	58
Obr. 46: Téma technika.	59
Obr. 47: Laboratorní úlohy.....	60
Obr. 48: Mindray M7.	61
Obr. 49: Prostředí virtuálního ultrasonografu.....	62
Obr. 50: Funkce tlačítka "Patient".	63
Obr. 51: Test.....	64

Úvod

Bakalářská práce se věnuje vývoji interaktivní učebnice se zaměřením na výuku ultrasonografie pro zdravotnické i technické obory. Primárním cílem je poskytnout studentům oboru *Biomedicínké inženýrství* ucelenou učebnici ultrasonografie jako pomůcku k výuce předmětu Lékařské zobrazovací systémy. Materiál, který by poskytl takovéto komplexní informace věnující se využití ultrazvuku v lékařství, od jeho fyzikální podstaty až po odborné informace, se na trhu prozatím nevyskytuje. Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. Teoretická je v tištěné podobě a část praktická se nachází v elektronické podobě na přiloženém CD/DVD, taktéž je dostupná na prozatímní adrese <http://www.jtarchitekt.cz/ultrasonografie.html>.

Zaměření práce

Teoretická část této práce je zaměřena především na samotný návrh výukového materiálu, jeho designu, nabídky a výběru vhodných vývojových rozhraní, formátů multimediálních prvků. Zabývá se také konceptem, sestavením vhodné struktury učebnice a kapitol, grafickým návrhem, výběrem vhodných barev a rozložení jednotlivých stránek.

Samotná praktická část se věnuje již konkrétním řešením interaktivní učebnice, psaním kódu HTML, CSS a Javascriptu, přípravou multimediálních prvků, vložením informací apod. Výukový materiál je koncipován do pěti částí, první se zaměřuje na fyzikální podstatu ultrazvuku, druhá část se zabývá využitím ultrazvuku v lékařství, třetí část technikou a testováním ultrazvukových přístrojů. Čtvrtá část je zaměřena na ultrasonografický přístroj Mindray M7. A v poslední páté kapitole jsou uvedeny laboratorní úlohy provedené na přístroji Mindray M7. Tyto laboratorní úlohy vznikají v rámci jiné bakalářské práce a budou následně doplněny. Učebnice vypouští pediatrickou, fetální a prenatalní ultrasonografii, neboť se jedná o samostatné a rozsáhlé kapitoly. Jsou však uvedeny vhodné publikace a odkazy na tyto vypuštěné části.

Cíl práce

Interaktivní učebnice bude obsahovat kromě informací, které můžeme nalézt v tištěných verzích také animace, interaktivní animace, videa, webové odkazy a další multimedia tak, aby poskytovala uživateli co největší množství odborných informací na jednom místě.

Pomocí HTML a CSS bude vytvořen výukový materiál, který bude přístupný na internetu. Uživatel bude mít neustálý přístup z kteréhokoli zařízení. Samotný obsah učebnice bude na sebe logicky navazovat tak, aby se postupovalo od základních obecných informací až po odborné.



Texty by neměly být zbytečně dlouhé, měly by obsahovat jasné informace k dané problematice doplněné obrázky a animacemi. Mezi barvou písma a pozadí by měl být dostatečný kontrast pro pohodlné čtení.

Vzhledem k velkému rozsahu problematiky lékařské ultrasonografie není možné během zpracovávání této učebnice vypsát veškeré informace. Ty budou postupně doplňovány. Aktualizaci výukového materiálu беру jako svou povinnost a samozřejmost i po odevzdání a obhajobě bakalářské práce.

Teoretická část

01 problematika ultrazvuku a jeho využití v lékařství

1. Ultrazvuk v lékařství

Ultrazvuk dnes patří, díky svému prudkému vývoji, ceně a mobilitě, k nejběžnějším vyšetřovacím technikám v řadě lékařských oborů. Ultrazvukové vlnění lze využít jak k diagnostickým, tak terapeutickým účelům.

Důležitou částí ultrazvukového přístroje je sonda s piezoelektrickými měniči, ty přepínají mezi vysíláním ultrazvukového vlnění a přijímáním odraženého echa. Ultrasonografie je tedy založena na piezoelektrickém jevu. Piezoelektrické krystaly v sondě přeměňují elektrickou energii na mechanickou a naopak.

1.1. Intenzity ultrazvukového vlnění

Aby bylo použití ultrazvuku v lékařství bezpečné, je nutné dodržovat aplikované intenzity. Do $1,5 \text{ W} \cdot \text{cm}^{-2}$ jde o bezpečné použití, k vratnému poškození tkáně již může dojít v rozmezí $1,5 \text{ W} \cdot \text{cm}^{-2}$ až $3 \text{ W} \cdot \text{cm}^{-2}$ a k nevratnému poškození tkání dochází při intenzitě větší než $3 \text{ W} \cdot \text{cm}^{-2}$. V diagnostice se využívá hodnot kolem $10^{-10} \text{ W} \cdot \text{cm}^{-2}$, což je velmi hluboko pod maximální intenzitou bezpečného použití a jedná se tedy o bezpečné vyšetření i během těhotenství. V terapii je využívána intenzita ultrazvukového vlnění maximálně do 10 % kavitačního prahu (hodnota akustického tlaku nebo intenzity, při kterých dojde ke kavitaci) [25].

Frekvence využívané v medicíně leží v rozmezí 1–10 MHz. Volba frekvence závisí na vyšetřované tkáni, pro každou je vhodná jiná velikost [25].

1.2. Působení ultrazvuku na živou tkáň

Ultrazvukové vlnění působí na živou tkáň několika způsoby:

- mechanicky: prohřátí, rozkmitání, kavitace
- tepelně: absorpce energie
- fyzikálně chemicky: změna vlastností buněčných membrán
- chemicky: štěpení vysokomolekulárních látek
- biologicky: absorpce mechanické energie

Mechanické účinky lze využít ke zvětšení propustnosti buněčných membrán a zlepšení tkáňové difúze. Tepelných účinků je využito v ultrazvukové fyzioterapii, fyzikálně chemickými účinky



lze rozptýlit látky v jiných látkách, čehož je využíváno např. při výrobě léčiv. Ultrazvuk lze také použít v chirurgii, při níž se využívá kavitace a tepelných účinků [25].

2. Využití ultrazvuku

Ultrazvukové vlnění lze v lékařství využít jak k diagnostickým, tak terapeutickým účelům.

2.1. Ultrazvuková diagnostika

V diagnostické ultrasonografii se využívá aplikovaná intenzita kolem $10^{-10} \text{ W} \cdot \text{cm}^{-2}$ a frekvence v rozmezí 1–10 MHz. Vyšetření je pro pacienta bezrizikové, bezbolestné a pohodlné. Jeho využití se nachází v řadě medicínských oborů.

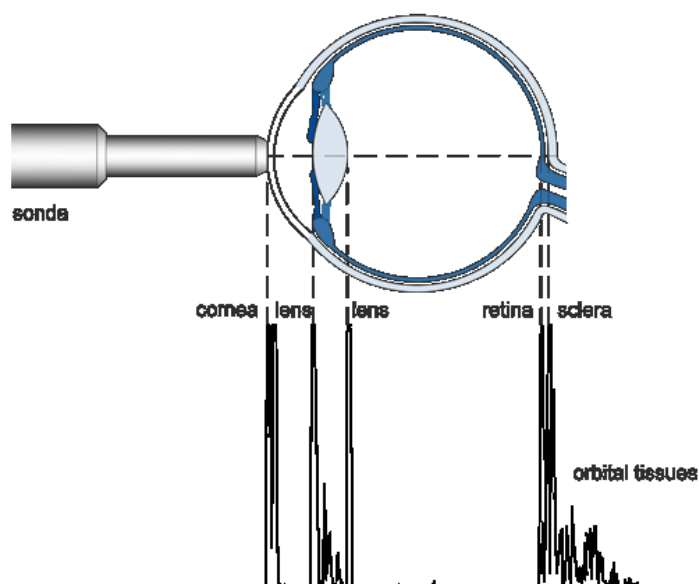
Mezi nejběžnější ultrazvuková vyšetření patří:

- krk: štítná žláza, příštítná tělíska, cévy, lymfatické uzliny
- hrudník: srdce, plesura, plíce, nádory mediastina
- břicho: gastrointestinální trakt, cévy, lymfatické uzliny, retroperitoneum, parenchyma, malá pánev, břišní orgány, nádory, abnormální hromadění tekutin
- končetiny: klouby a kloubní struktury, svaly, pojivová tkáň, cévy
- cévy: tepenné a žilní řečiště

2.2. Zobrazení

U diagnostického ultrazvuku je na výběr z několika módů zobrazení. Nejjednodušším typem je jednorozměrný A-mód. Odražená echa zobrazuje jako série amplitud (odtud A-mód). Využití je především v biometrii oka v oftalmologii [28].

kontaktní A-scan



Obr. 1: A-mód.

Dalším a nejpoužívanějším typem zobrazení je B-mód. Jedná se o 2D zobrazení založené na jasové modulaci (Brightness Modulation, odtud B-mód). Výsledný obraz je složen z odstínů šedé a jas je závislý na amplitudě a intenzitě odraženého signálu [28].



Obr. 2: B-mód

K pokročilejším metodám patří 3D zobrazení. Lze použít speciální 3D sondu nebo klasickou lineární a manipulovat s ní ručně. Pohybem sondy se daná tkáň nejprve snímá v různých rovinách a získané snímky jsou následně matematicky zpracovány počítačem a výsledkem je zrekonstruovaný objekt. Dnes existuje již i 4D zobrazení, oproti 3D se zobrazuje prostorový objekt v reálném čase [28].

Dalšími typy zobrazení jsou harmonické a panoramatické. K vyšetření krevního řečiště se využívá Dopplerometrie.

2.3. Ultrazuková terapie

Ultrazuková energie přímo vyvolává mechanické účinky v tkáních, toho se využívá v ultrazukové terapii a chirurgii [36].

2.3.1. Ultrazuková fyzioterapie

Ve fyzioterapii se využívá analgetického účinku ultrazvuku, který vzniká teplotním rozdílem na rozhraní dvou prostředí s různou akustickou impedancí.



2.3.2. Ultrazvuková chirurgie

V chirurgii je využito kavitačních a tepelných účinků ultrazvuku. Uplatnění se nachází především v chirurgii oka, k drcení ledvinových kamenů, osteosyntéze, k odstraňování aterosklerotických plátů v kardiovaskulární chirurgii, v urologii, gynekologii, chirurgii plic a jater, plastické chirurgii, při léčbě tumorů pomocí hypertermie, v zubním lékařství k odstraňování zubního kamene, a v kosmetice [42].

Aplikuje se intenzita $10 \text{ W} \cdot \text{cm}^{-2}$, v ohnisku až $20 \text{ W} \cdot \text{cm}^{-2}$, doba aplikace trvá 1–20 sekund v závislosti na druhu chirurgického výkonu. Pracovní frekvence je 20–40 kHz a 1–7 MHz [42].

Chirurgie oka

Pomocí ultrazvuku dochází k vybuzení břitů chirurgických nástrojů, čímž se zvýší jejich řezná schopnost. Okraje rány jsou tak rovné, traumatizace okolní tkáně je minimální a zjizvení srostlé rány je taktéž minimální [42].

Odstranění zubního kamene

Ve vodě, stékající po kmitajícím nástroji, vzniká kavitace [42].

Litotrypse

Drcení ledvinových kamenů se provádí rázovou vlnou. Pomocí RTG nebo ultrazvuku se zaměří daný konkrement, k němuž se zavede nefroskop se sondou, ta je v přímém kontaktu s konkrementem a dochází k jeho drcení [42].

Hypertermie

Hypertermie je založena na podobném principu jako mikrovlnná. Využívá se jako alternativa k radioterapii v léčbě tumorů. Do ložiska tumoru je fokusován ultrazvukový paprsek tak, aby nedocházelo k poškození okolní tkáně. Tumor je zahříván na teplotu 41–43 °C po dobu 20 minut [42].

02 diagnostický ultrazvukový přístroj Mindray M7

1. Mindray M7

Ultrazvukový diagnostický přístroj Mindray M7 představuje pokročilou zobrazovací technologii v minimálním kompaktním těle o velikosti notebooku (š. 357 x hl. 361 x v. 75 mm). Kvalitní 15" TFT LCD display nabízí vysoké rozlišení a 170 ° pozorovací úhel. Díky vysoké výpočtové síle je odpověď uživatelského rozhraní okamžitá, optimalizace obrazu je detailně nastavitelná díky TGC a iTouch. Možností jsou uživatelsky programovatelné předvolby vyšetření, rychlý start, podsvícený kontrolní panel, Trackball pro jednoduché ovládání. Ultrasonografický přístroj lze umístit na mobilní vozík.



Obr. 3: Mindray M7 [44].

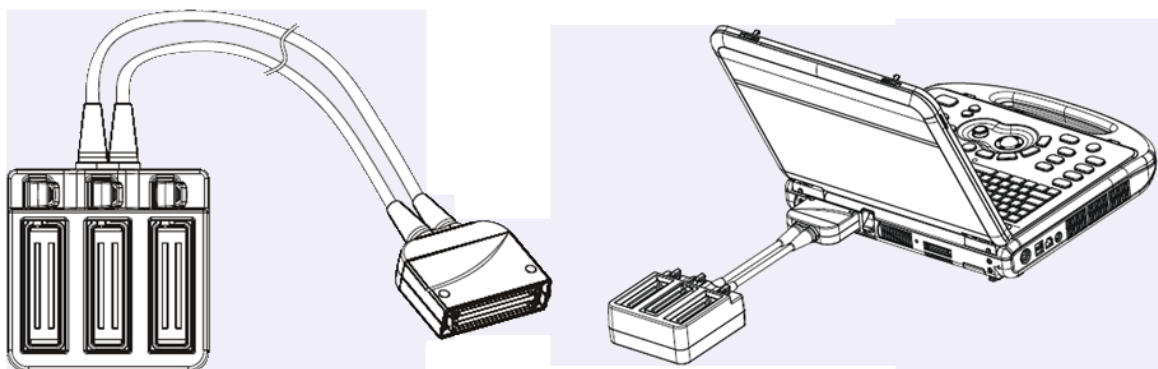
1.1. Zobrazovací módy

- B mód (B)
- M mód (M, anatomický M: Free Xros M a Free Xros CM, barevný CM)
- C mód (barevný, power / dirpower)
- D mód (PW doppler, CW doppler)
- Speciální (smart 3D, statický 3D, 4D, Kacape, TDI)

1.2. Moduly rozšíření

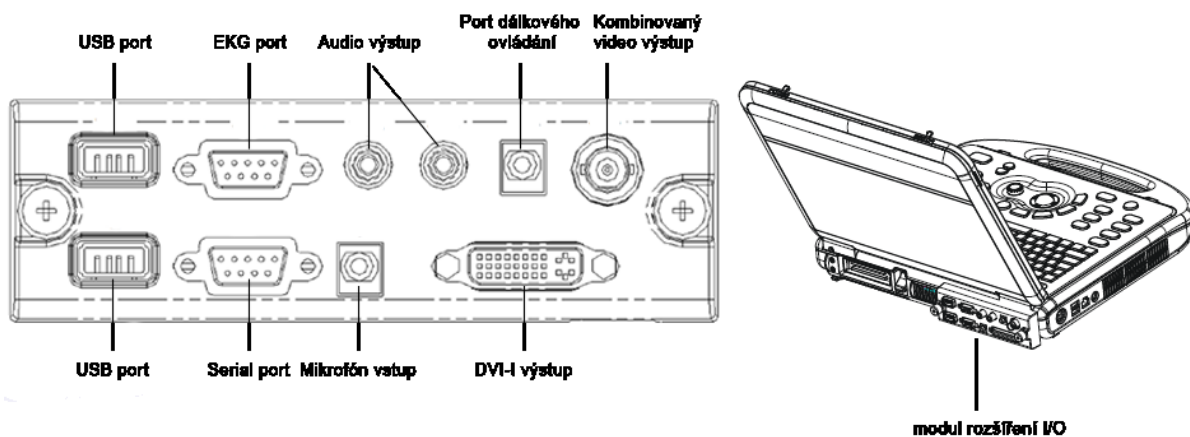
Funkce ultrazvukového přístroje lze rozšířit pomocí přídavných modulů. Jedním z nich je modul pro rozšíření sond, dalšími jsou modul I/O, V/A a EKG modul.

Modul rozšíření sondy



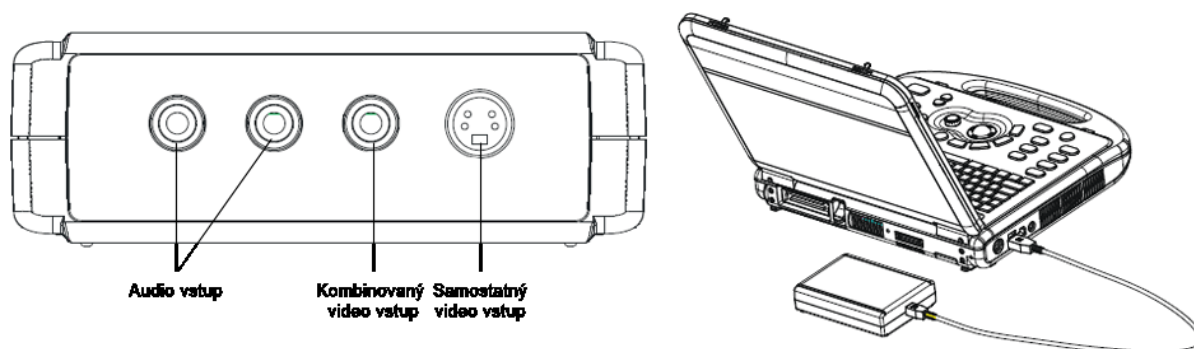
Obr. 4: Modul rozšíření sondy [43].

Modul rozšíření I/O



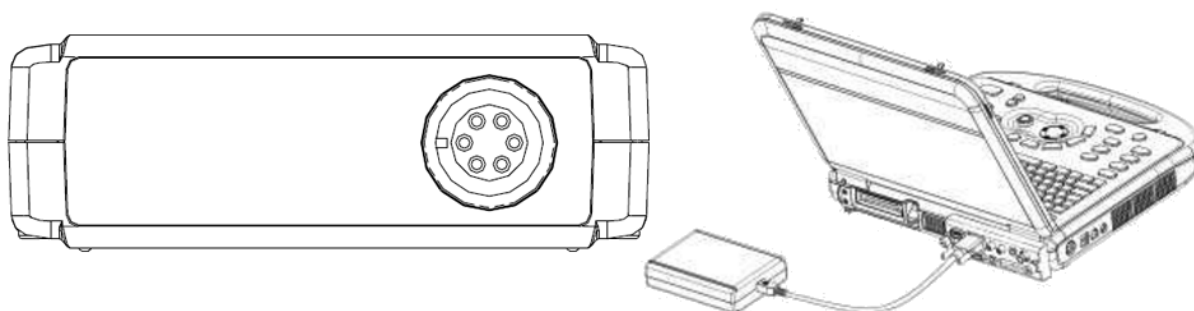
Obr. 5: Modul rozšíření I/O [43].

Modul rozšíření V/A



Obr. 6: Modul rozšíření V/A [43].

EKG modul



Obr. 7: EKG modul [43].

03 interaktivní učebnice a multimediální prvky

1. Interaktivní učebnice

V dnešní době se ve školství začínají hojně využívat interaktivní učebnice, které se snaží přiblížit co nejrealističtější skutečné prostředí. Tato perspektivní forma vyučování nabízí studentům aktivně se zapojit do výuky, která se tak stává mnohem zábavnější a efektivnější. Pozorování a samostatná činnost má největší vliv na zapamatování. 87 % informací vstupujících do mozku vnímáme zrakem, proto je vhodné využívat vizuální prostředky. Do interaktivní učebnice jsou tak vloženy fotografie, obrázky, schémata, animace, videa, zvukové nahrávky, hypertextové odkazy a další multimediální prvky [19].



Obr. 8: Interaktivní učebnice.

Prvním krokem při řešení této bakalářské práce je zvolit si vhodný nástroj pro tvorbu interaktivního výukového materiálu. Existuje několik způsobů, jak takovýto materiál vytvořit. Jednou z možností je využít předem připravené šablony např. FlexiAutor, Activ Studio nebo iBooks Autor, který je ovšem jen pro zařízení s iOS. Další způsob jak vytvořit interaktivní učebnici je využít HTML. Tento způsob ponechává tvůrci naprostou volnost, ale vyžaduje programování.

1.1. Nástroje pro tvorbu interaktivní učebnice

K účelu tvorby interaktivních učebnic vznikla různá vývojová prostředí, jakými jsou Xerte, iBooks Autor, ActivStudio, FlexiAutor apod., která využívá předem definované šablony a prvky. Výhodou těchto prostředí je jednoduchost, tvůrce nemusí umět programovat a je schopen vytvořit funkční a efektivní výukový materiál. Nevýhodou je nutnost využití právě těchto předem definovaných šablon, což může autora omezovat. Pokud chce mít tvůrce výukového materiálu naprostou volnost, je vhodné vytvořit učebnici jako internetovou aplikaci.

1.1.1. Xerte Online Toolkits

Jedná se o open source pro editaci výukových materiálů, který byl vyvinut na univerzitě v Nottinghamu. Základem jsou šablony, do kterých uživatel vkládá informace. Nevýhodou tohoto programu je nutnost použít předdefinovaných šablon, výstupem je Flash, který není podporován operačním systémem iOS. Výhodou je naopak jednoduchost, kdy autor vkládá do šablon multimediální prvky a nemusí tak umět programovat.

1.1.2. iBooks Autor

Apple vytvořil vlastní bezplatnou aplikaci iBooks Autor pro tvorbu učebnic. Aplikaci je možné stáhnout na Apple Store a lze ji nainstalovat pouze na zařízení s operačním systémem iOS nebo Mac OS. Z aplikace je možnost exportovat učebnici do formátu *.pdf nebo *.txt, což přináší řadu nevýhod. Formát *.pdf je obtížně editovatelný a v *.txt nelze pracovat s multimediálními prvky. Také import má řadu nevýhod, lze totiž importovat pouze soubory vytvořené v aplikacích Word a Pages [36].

1.1.3. ActivStudio

Jde o nástroj pro tvorbu výukových materiálů využívající interaktivní tabuli.

1.1.4. FlexiAutor

FlexiAutor je také nástroj k tvorbě výukových materiálů pro interaktivní tabule.

1.1.5. HTML + CSS + Javascript

Další možností je vytvořit internetovou aplikaci. Nevýhodou ovšem je nutnost programování. K tvorbě webových stránek se využívá HTML a CSS, pomocí Javascriptu lze tvořit interaktivní prvky a efekty.

HTML

HTML je zkratkou pro HyperText Markup Language. Jedná se o hlavní značkovací jazyk pro tvorbu webových stránek. Zápis HTML kódu se provádí pomocí tzv. tagů, nebo-li značek a atributů (vlastnosti značek). Nejnovější verzí je HTML 5, který přináší řadu vylepšení [37].

CSS

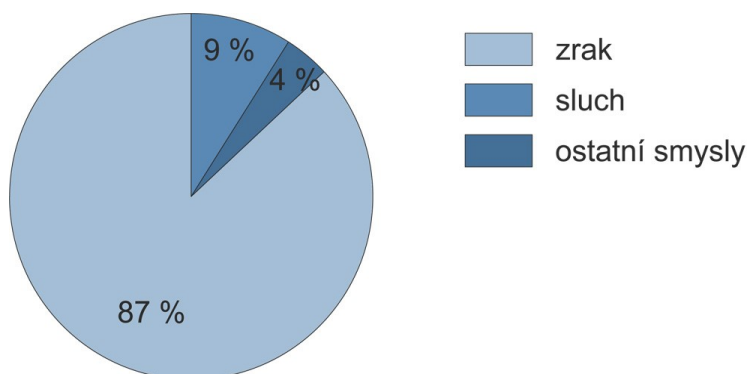
Kaskádové styly, nebo-li CSS (Cascading Style Sheets), jimiž se přiřazují jednotlivým elementům vlastnosti a způsoby zobrazení na webových stránkách psaných v jazyce HTML. Pomocí CSS lze navrhovat a měnit vzhled stránek bez nutnosti zásahu do samotné struktury HTML. Výhodou používání CSS je jednodušší údržba webové stránky, potřebné vlastnosti se nemusí složitě hledat a měnit v HTML kódu, ale lze jednoduše danou vlastnost změnit v CSS a změny se provedou pomocí linku ve všech stránkách [38].

Javascript

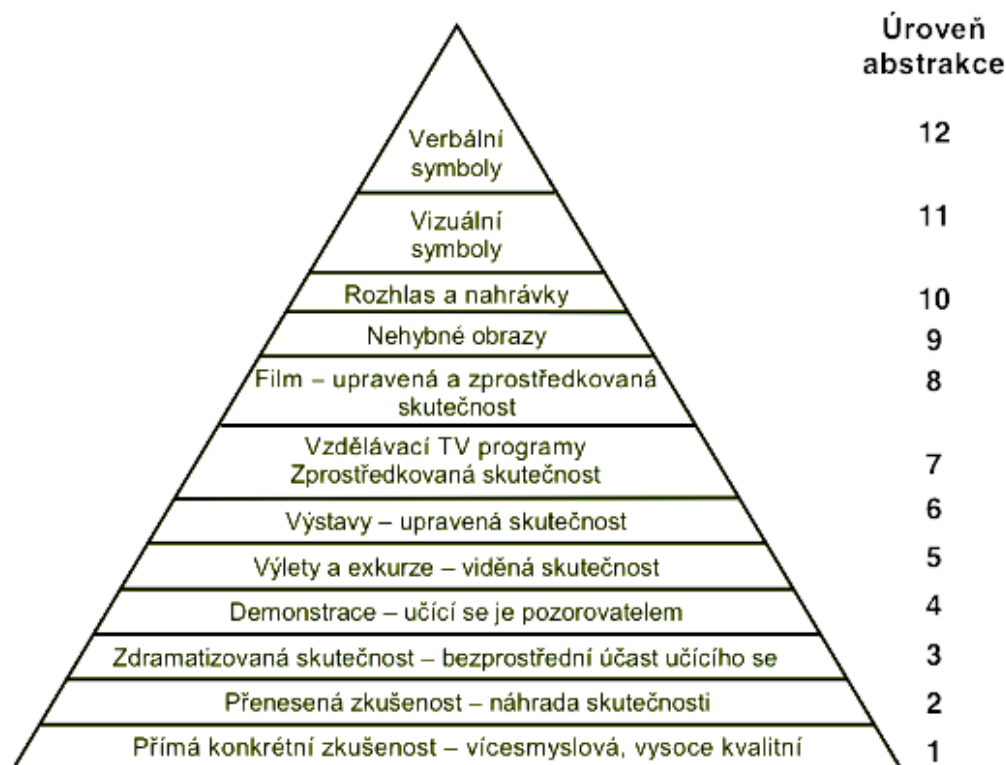
Javascript je objektivně orientovaný programovací jazyk k tvorbě interaktivních prvků (tlačítka, textová pole, formuláře, ankety apod.) a galerie a efekty obrázků. Může být vložen přímo do HTML kódu nebo jej lze napsat odděleně a v HTML kódu na něj odkazovat pomocí linku.

1.2. Efektivní sdělení informací

Člověk přijímá informace pěti smysly. Nejefektivnějším způsobem pro sdělení informací je vizuální. Podle výzkumu mozek získává informace z 87 % zrakem, 9 % sluchem a 4 % ostatními smysly [19].

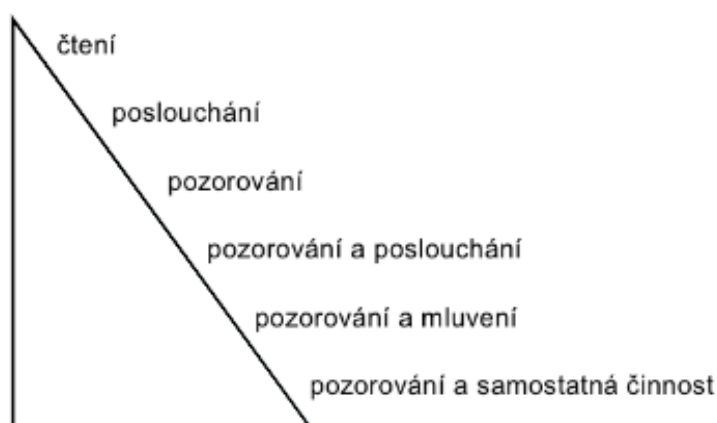


Obr. 9: Získávání informací ze smyslů.



Obr. 10: Dealův kužel abstrakce. [19]

A. Riedl uvádí, že mozek při vnímání rozdílných aktivit využívá rozdílné receptory. Výzkumem Riedl zjistil, že při samostatné činnosti je zapamatováno 90 % informací, při samostatné formulaci myšlenek 80 %, při pozorování 30 % a při poslouchání jen 20 % [19].



Obr. 11: Vliv činnosti na zapamatování [19].

1.3. Zásady tvorby interaktivní učebnice

Interaktivní učebnice by měla být funkční na nejrozšířenějších operačních systémech jak počítačových, tak mobilních zařízení. Struktura učebnice by měla být přehledně a funkčně sestavená. Texty by neměly být zbytečně dlouhé, měly by obsahovat jasné informace k dané problematice doplněné multimediálními prvky. Na každé stránce by měl být uveden nadpis hlavního tématu. Barva pozadí a písma musí mít dostatečný kontrast. V rámci textu je vhodné používat pouze jeden font. Aktivní odkazy by měly být součástí textu, stejně tak i multimediální prvky (obrázky, animace, videa apod.) by měly být vloženy přímo do textu. Důležitou funkcí interaktivní učebnice je intuitivní ovládání. Obsah učebnice je vhodné zvolit jako strukturovaný s hypertextovými odkazy, kdy po kliknutí na vybranou kapitolu v obsahu se dané téma otevře. Učebnice by měla obsahovat také interaktivní prvky.

2. Multimediální prvky

Pod pojmem multimediální prvky se rozumí obrázky, fotografie, schémata, animace, videa a odkazy. Každý z těchto multimediálních prvků lze vytvořit několika způsoby a v různých formátech. Pro internetové aplikace je důležité zvolit vhodný typ.

2.1. Obrázky, fotografie

Obrázky nebo fotografie lze ukládat do různých formátů. Další dělení by mohlo být na bezeztrátové a ztrátové – komprese. Pro web se hodí jen určitý druh, vzhledem k tomu, že se snažíme o co nejmenší velikost souboru, volíme formáty s určitou ztrátou kvality - kompresí. Vhodnými jsou například *.JPG, *.PNG, *.GIF a *.BMP. Pro fotografii se nejčastěji využívají jak *.JPG, tak i bezeztrátové formáty jako je *.TIFF, *.RAW.

Počítačová grafika využívá k ukládání informací dva způsoby, a to rastrovou a vektorovou grafiku. Každá se využívá k jiným účelům, v rastrové grafice se používá malba (paint) a ve vektorové kresba (draw). Rozdíl mezi nimi spočívá v kvalitě obrázku při změně velikosti. Zvětšíme-li obrázek, rastrová grafika ztrácí kvalitu, vektor ji naopak zachovává.

2.1.1. Rastrová grafika

Rastr se využívá ve fotografii pro záznam realistického obrazu. Grafika se skládá z obrazových bodů, což je jednodušší, ale datově náročnější než vektorová. Výhodou je tedy realistické zachování obrazu, přirozený způsob pořízení a lze editovat každý bod obrazu. Nevýhodou je datová náročnost a s tím spojené prostorové nároky a ztráta kvality při zvětšení obrazu [32].

2.1.2. Vektorová grafika

Počítač pracuje s obrazovou informací jako s matematicky definovanými křivkami nebo-li vektory. Grafika je uložena pomocí matematického zápisu a atributy. Při tvorbě vektorové grafiky se využívají vektorové objekty (úsečka, křivka, obdélník, elipsa, text, výplň, obrys), ze kterých se skládá celkový obraz. Výhodou je nezávislost kvality obrazu na jeho zvětšení, možnost úpravy jednotlivých objektů, malá datová náročnost. K nevýhodám patří neschopnost zobrazení realistického obrazu a menší možnost pracovat s barvami. Využívá se především k tvorbě loga, billboardů, tiskovin, schémat a diagramů, animací a v marketingu [32].

2.1.3. JPG

Formát je ztrátový a je vhodný pro veškeré obrázky a fotografie. Patří k nejpoužívanějším formátům vůbec. Kvalita obrazu je závislá na velikosti komprese, pokud je větší než 50 %, lze



postřehnout ztrátu kvality obrázku. Komprese je navržena tak, aby při každém uložení obrázku vypustila část obrazových dat. Pokud tedy uložíme obrázek několikrát po sobě, pokaždé dojde ke ztrátě kvality. Lidské oko však nedokáže rozlišit velmi jemné přechody barev a právě tohoto využívá formát *.JPG [33, 35].

2.1.4. PNG

PNG je bezztrátový a je vhodný pouze pro obrázky (grafiku). Tento formát je nástupce *.GIFu a oproti němu má několik vylepšení. Lze využít 24bitovou hloubku barev, což je 16,7 mil. barev, podporuje průhlednost, je ale datově náročnější a nepodporuje animace [33, 35].

2.1.5. GIF

Jedná se o další hojně využívaný formát obrázků, který využívá bezztrátovou komprimaci. Není vhodný pro fotografie, neboť dokáže využít je 256 barev. Naopak je vhodný pro loga a ikony a lze je využít i pro jednoduché animace. Je méně datově náročný [33, 35].

2.1.6. SVG

SVG je formát dvojrozměrné vektorové grafiky. Formát vektoru prozatím na internetu chyběl a měl by se stát základním formátem pro tuto grafiku použitou na internetu. Kód obrázku SVG lze vložit přímo do kódu HTML 5, SVG tedy neobsahuje obrazová data, ale jen grafické objekty, pomocí nichž lze obrázek vykreslit. Výhodou je malá velikost souboru. Lze vytvořit i animace, jednoduché funkce a interaktivitu grafických objektů [33, 35].

2.1.7. RAW

Jedná se o nejkvalitnější bezztrátový a nekomprimovaný formát pro digitální fotografie. Výhodou je neomezená možnost úprav fotografií. Vzhledem k tomu, že tento formát lze zobrazit jen v počítači, je nutné jej po úpravách převést do jiného [33, 35].

2.1.8. TIFF

Formát *.TIFF je vhodný pro fotografie určené k tisku, jedná se opět o bezztrátový formát s datovou hloubkou 24 bitů (16,7 mil. barev). Pro využití na webu je nevhodný, nezobrazí se a má velký datový objem [33, 35].



2.1.9. BMP

Zastaralý formát, jeden z prvních. Dnes se již nepoužívá [33, 35].

2.2. Animace

Animacemi lze oživit internetové stránky, které tak dostanou určitou dynamiku a nejsou pouze statické. Lze pomocí nich také vyjádřit to, co lze slovy popsat jen obsáhle. Možností jak vytvořit animaci je několik.

2.2.1. Flash animace

Animace jsou vytvářeny ve speciálním programu – Flash animátoru. Pro spuštění animací je zapotřebí Flash player, ten však není podporován operačním systémem iOS. Dnes se jedná o nejpoužívanější způsob tvorby animací.

2.2.2. GIF

Formát *.GIF podporuje jednoduché animace. Její tvorba je poměrně jednoduchá, lze ji vytvořit v grafických programech např. Photoshop. Animace je uložena ve formě obrázku, který se umístí na webové stránky. Zobrazuje se na kterémkoli zařízení a i po stažení obrázku ji lze přehrát. Animace se však nepřetržitě opakuje stále dokola a to může odvádět pozornost od podstatných informací v tématu [35].

2.2.3. JavaScript

JavaScript je objektově orientovaný skriptovací jazyk pro tvorbu animací a různých interaktivních prvků, který se vkládá přímo do HTML kódu. Program vytvořený v JavaScriptu se spouští na straně klienta po načtení webové stránky, proto může ohrozit soukromí uživatele. Většina prohlížečů má tento skriptovací jazyk vestavěný. Je základem dynamického webu [34].

2.2.4. jQuery

jQuery je framework, nebo-li knihovna pro JavaScript, který zjednodušuje psaní v JavaScriptu. Podobně jako CSS jQuery nezasahuje do HTML struktury, ale odkáže se na něj pomocí linku. Pomocí jQuery lze vytvářet události, animace, efekty apod.



2.2.5. CSS3

Pomocí CSS3 lze vytvořit animace většiny HTML elementů bez použití Flashe nebo JavaScriptu. Pomocí jednoduchého kódu lze vytvořit pěkné a efektivní animace. Kód je součástí HTML, a protože neobsahuje obrázky, nezpomaluje zařízení.

2.3. Video

Pro použití videa na internetu je vhodný formát MPEG-4, který má co největší kvalitu videa při co nejmenším datovém toku (10 kbit/s–1 Mbit/s). Video lze uložit přímo do vlastních webových stránek nebo na něj odkazovat. V HTML lze za pomoci tagů přehrát na daných stránkách videa uložená na kterémkoli serveru, např. <http://www.youtube.com> [35].

3. Grafika

Grafická stránka interaktivní učebnice je důležitý aspekt. Je nutné zvolit vhodnou barvu pozadí a barvu písma, tak aby byl splněn dostatečný kontrast. Také je nutné určit typ písma vhodný pro použití na webových stránkách.

3.1. Písmo

Dvěma základními typy písma jsou tzv. patkové a bezpatkové. Každý z těchto typů je vhodný k jinému účelu. Lze je v rámci jednoho dokumentu kombinovat, například pro běžný text použít patkové a pro nadpisy bezpatkové [22].

3.1.1. Patkové písmo

Patková písma jako jsou například Georgia, Bookman, Old Style mají tzv. patky. Tato tři písma jsou jako jediná standardně přítomna v systémech řady Microsoft Windows a jsou typograficky v pořádku. Často využívaným písmem je Times New Roman, které bývá obvykle nastaveno jako standardní, a jeho použití je problémové, neboť písmo obsahuje chybu ve vykreslování háčku nad malým písmenem „t“. Vzhledem k vytvořené neadekvátní mezeře působí tato vada rušivým dojmem. Patková písma se standardně využívají zejména v tištěné podobě. Díky patkám vedou oči lépe po řádku a jsou tak pro delší texty čitelnější [22].

Times New Roman

Obr. 12: Příklad patkového písma.

3.1.2. Bezpatkové písmo

Bezpatkové písmo, jak je zřejmé z názvu, patky neobsahuje. Příkladem jsou písma Arial, Tahoma a Verdana [22].

Písmo Arial patří k nejpoužívanějším a vyniká svou jednoduchostí, patří do základních instalací na všech systémech. Protože nemá patky, čte se špatně z papíru, ale pro obrazovku je velmi vhodné [22].

Arial

Obr. 13: Příklad bezpatkového písma.

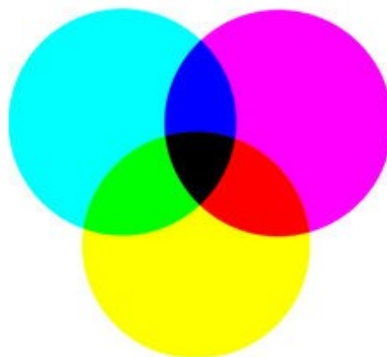
3.2. Barvy

Barva je důležitý vizuální atribut, je to obvykle to první, co člověk vnímá. Barvy rozdělujeme na teplé, studené a neutrální. Teplé barvy, jak už je v názvu patrné, vyvolávají pocit tepla, vystupují z plochy do popředí. Studené barvy naopak vyvolávají pocit chladu a z plochy ustupují do pozadí. Neutrálními barvami jsou černá, bílá a šedá, lze je libovolně kombinovat s ostatními barvami. Isaac Newton stanovil první barevný kruhový diagram, základem jsou tři barvy (červená, zelená a modrá). Mícháním primárních barev vznikají barvy sekundární, mícháním sekundárních vznikají terciární, až konečným mícháním vznikne celé barevné spektrum [29].

Při volbě barev je nutné určit, kde bude barevný objekt umístěn, zda bude vytištěn nebo zobrazen na monitoru. Pro každou formu zobrazení se při tvorbě barevného objektu využívá jiný barevný prostor – CMYK nebo RGB [29].

3.2.1. CMYK

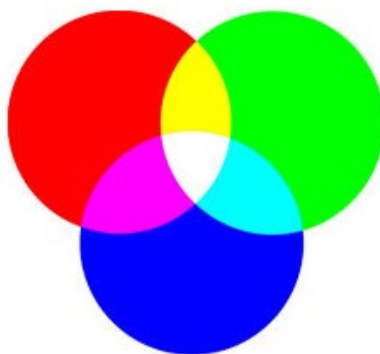
Pro tisk se využívá barevný model CMYK. Barvy pokrývají bílý papír, vzájemným smícháním vznikne barva černá. Každé písmeno představuje barvu inkoustu: C – azurová (cyan), M – purpurová (magenta), Y – žlutá (yellow) a přidaná barva K – černá (black). Intenzita každé barvy se volí v rozsahu 0 % až 100 %. Takto regulací intenzit vzniká celé spektrum barev [29].



Obr. 14: Barevný model CMYK [29].

3.2.2. RGB

Barevný model RGB je využíván při zobrazování na monitorech, televizorech a displejích, jejichž podklad je, oproti papíru, černý. Obrazovka míchá barvy ze třech základních, a to R – červené (red), G – zelené (green) a B – modré (blue). Jejich intenzitu je možné volit v rozsahu 0 až 255 nebo pomocí šestimístního kódu (šestnáctkový zápis). Barvy pokrývají tedy černý podklad monitoru a vzájemným smícháním vznikne barva bílá [29].



Obr. 15: Barevný model RGB [29].

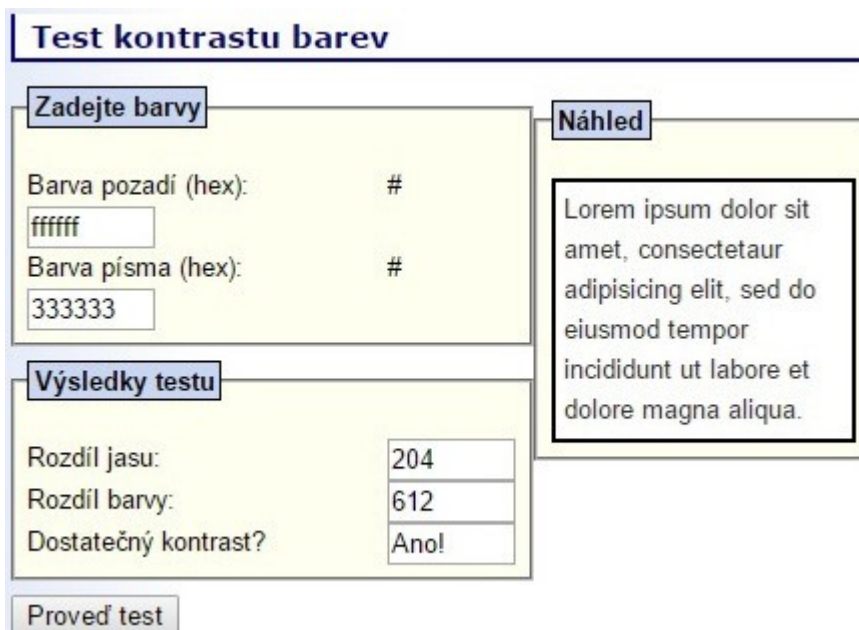
3.2.3. Bezpečné barvy

Pro tvorbu webových stránek je vhodné zvolit tzv. bezpečné barvy. Ty se na všech zařízeních podporujících 8 bitovou hloubku (256 barev) zobrazí správně. Paleta těchto barev je dostupná na internetu.

3.2.4. Barevný a tonální kontrast

Maximální barevný kontrast je mezi barvou a jejím doplňkem, například žlutá a modrá (protější barvy na barevném kruhu). Maximální tonální kontrast je mezi bílou a černou, v rámci jedné barvy se přidáváním nebo ubíráním jasu mění tonální kontrast, například světle červená a tmavě červená. S kontrastem úzce souvisí i jas [23, 24].

Pro dobrou čitelnost webových stránek je důležitý dostatečný kontrast mezi pozadím a barvou písma. Pomocí metodiky popsané v Techniques For Accessibility Evaluation And Repaire Tools od W3C lze výpočtem stanovit, zda je kontrast mezi pozadím a písmem dostatečný. Zadáním barvy pozadí a barvy písma se vypočte rozdíl jasu v mezích 0 až 255 a rozdíl barvy v mezích 0 až 765. Za postačující rozdíl jasu se považuje číslo 125 a rozdíl barev hodnota 500, vyhovují-li tyto dva rozdíly, je kontrast dostatečný [31].



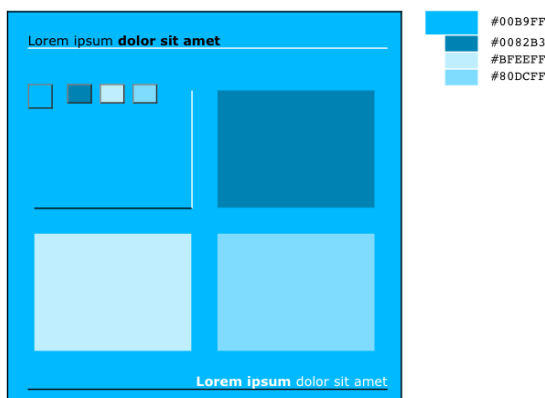
Test kontrastu barev	
Zadejte barvy	
Barva pozadí (hex):	# ffffff
Barva písma (hex):	# 333333
Výsledky testu	
Rozdíl jasu:	204
Rozdíl barvy:	612
Dostatečný kontrast?	Ano!
Náhled	
Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua.	
Proveď test	

Obr. 16: Výpočet barevného kontrastu [31].

Kontrast zvolených barev #ffffff (bílá) a #333333 (tmavě šedá) je podle výpočtu dostačující.

3.2.5. Harmonie barev

Aby stránky působili pěkným dojmem, musí být barvy vhodně sladěny. Vhodnou kombinaci barev můžeme určit pomocí barevných schémat. Existuje spousta online aplikací pro návrh barevných schémat pro webové stránky. Uživatel zadá požadovanou barvu a aplikace vygeneruje barevná schémata, každá z nich vychází ze zadané barvy, k níž doplní několik dalších barev tak, aby celek působil co nejlepším optickým dojmem [24].



Obr. 17: Příklad barevného schéma [30].

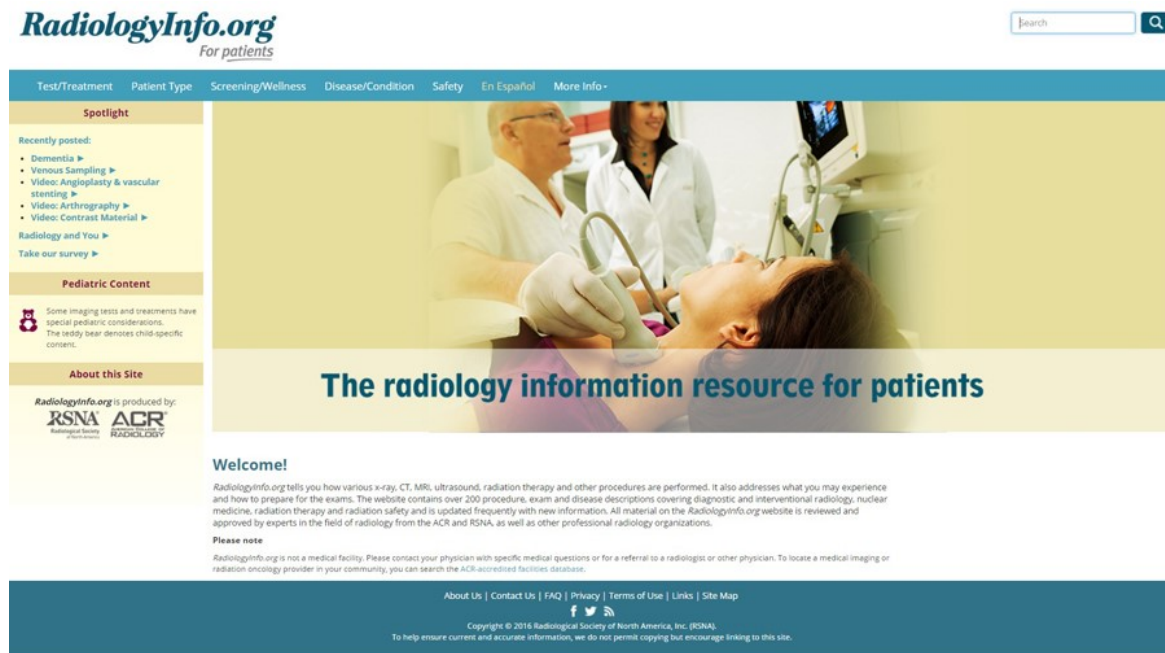
04 Návrh řešení

1. Dostupné webové stránky věnující se problematice využití ultrazvuku v lékařství

Jako inspiraci je možno uvést i jiné výukové internetové stránky zaměřené na ultrasonografii. Vyskytuje se jich spousta, jsou však ale vždy zaměřeny pouze na užší témata. Výukový materiál, který by se věnoval ultrazvuku komplexně, od fyzikální podstaty ultrazvuku přes využití v medicíně až po technickou stránku diagnostických ultrazvukových přístrojů se nevyskytuje, anebo pouze ve velmi stručné formě. Toto si klade za úkol právě tato učebnice.

1.1. RadiologyInfo

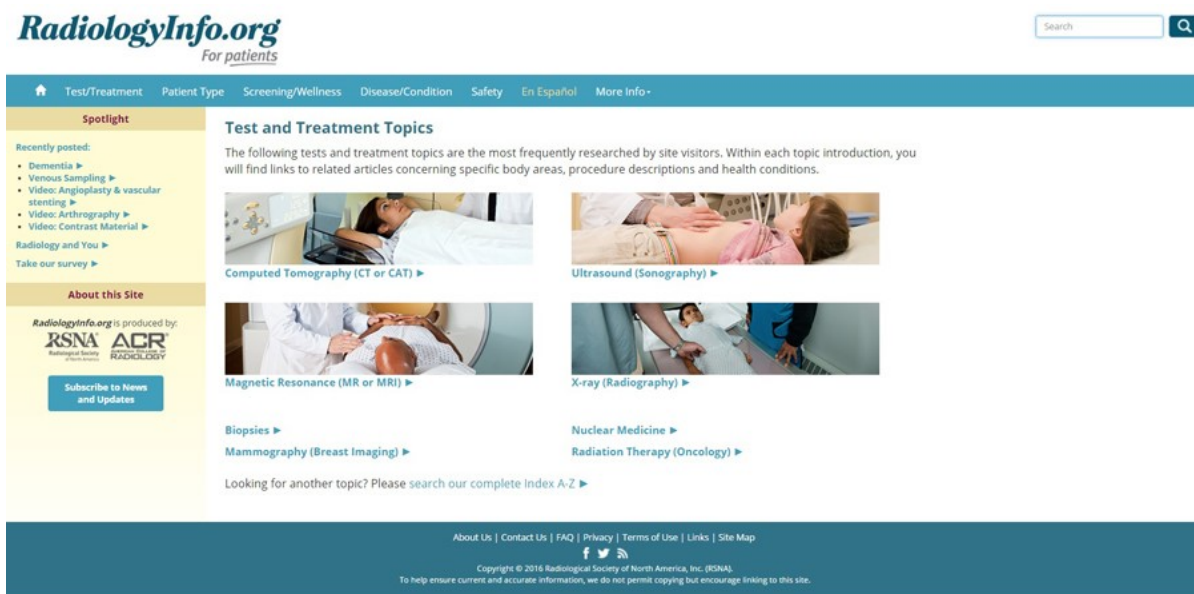
Mezi hojně využívané patří především <http://www.radiologyinfo.org>, stránky jsou rozděleny podle typu zobrazovacích metod a dále se dělí na vyšetřovací metody jednotlivých orgánů. Je popsán způsob vyšetření, indikace, potřebná příprava a volba polohy pacienta, postup, výhody, rizika a limitace vyšetření.



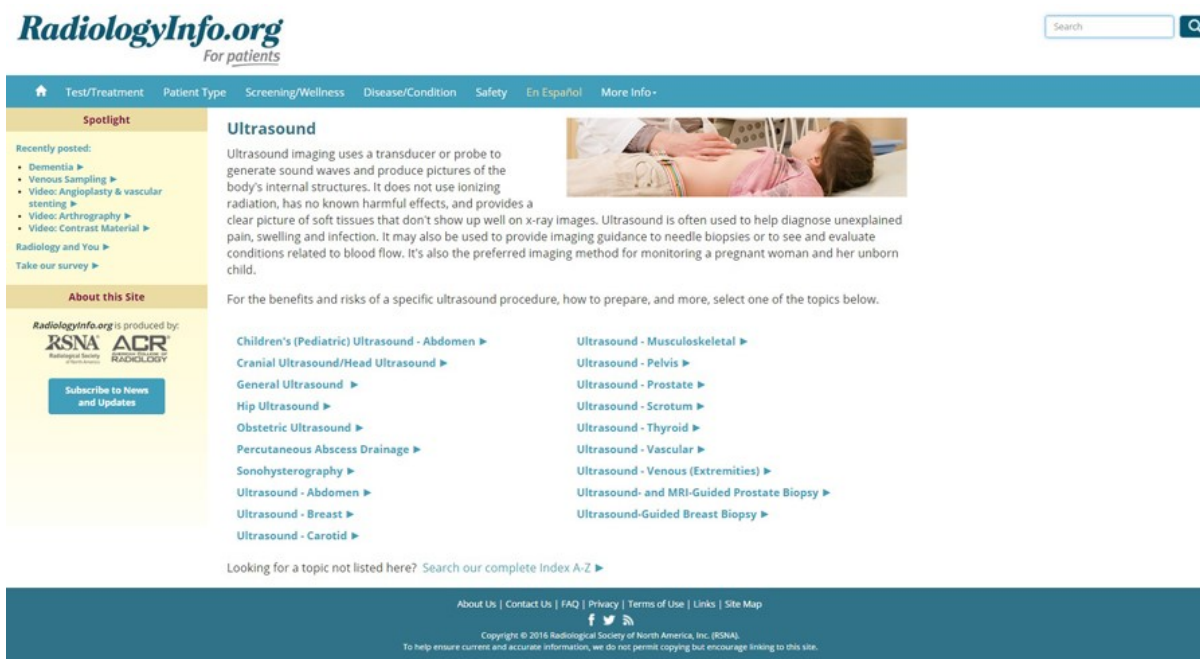
Obr. 18: Úvodní stránka RadiologyInfo.



Dostupné webové stránky věnující se problematice využití ultrazvuku v lékařství



Obr. 19: Výběr zobrazovací metody.



Obr. 20: Výběr vyšetření orgánů.

1.2. Radiology Assistant

Další inspirací mohou být stránky <http://www.radiologyassistant.nl>, ty se věnují převážně patologickým stavům jednotlivých tkání a jejich zobrazením na CT, MRI, ultrazvuku apod. Struktura



Dostupné webové stránky věnující se problematice využití ultrazvuku v lékařství

stránek je poměrně jednoduchá, v hlavní nabídce je na výběr vyšetřovaná oblast (hrudník, břicho apod.). Po výběru oblasti se zobrazí seznam jednotlivých orgánů.



Obr. 21: Úvodní stránka Radiology Assistant.



Obr. 22: Nabídka vyšetření.

Radiology Assistant

Home **Abdomen** Breast Cardiovascular Chest Head Neck Musculoskeletal Neuroradiology Pediatrics Newsletter More

Liver - Masses I - Characterization

Richard Baron
Radiology department of the University of Chicago

Detection of liver masses

- Arterial phase imaging
- Portal Venous phase
- Equilibrium Phase
- Blood pool and Hemangioma
- Tailored CT protocol

Characterisation of liver masses

- Hypervascular lesions
- Hypovascular lesions
- Scar
- Capsule
- Calcifications
- Fat
- Hemorrhage
- Cystic components
- Retraction of liver capsule
- Peripheral enhancement and progressive fill in

Publication date July 15, 2006

This article is based on a presentation given by Richard Baron and adapted for the *Radiology Assistant* by Robin Smithuis. Richard Baron is Chair of Radiology at the University of Chicago and well known for his work on hepatobiliary diseases. He has been president of the Society of Computed Body Tomography and Magnetic Resonance. In *Part I* a basic concept is given on how to detect and characterize liver masses with CT. In *Part II* the imaging features of the most common hepatic tumors are presented. Interactive cases are presented in the menubar to test your knowledge (Liver mass 1 and 2).

Small Hepatocellular carcinoma in cirrhotic liver not visible on NECT (left), clearly visible in arterial phase (middle) and not visible in portal venous phase (right)

Detection of liver masses

The conspicuity of a liver lesion depends on the attenuation difference between the lesion and the normal liver. On a non enhanced CT-scan (NECT) liver tumors usually are not visible, because the inherent contrast between tumor tissue and the surrounding liver parenchyma is too low. Only a minority of tumors contain calcifications, cystic components, fat or hemorrhage and will be detected on a NECT. So i.v. contrast is needed to increase the conspicuity of lesions.

When we give i.v. contrast, it is important to understand, that there is a dual blood supply to the liver. Normal parenchyma is supplied for 80% by the portal vein and only for 20% by the hepatic artery, so it will enhance in the portal venous phase. All liver tumors however get 100% of their blood supply from the hepatic artery, so when they enhance it will be in the arterial phase.

This difference in blood supply results in different enhancement patterns between liver tumors and normal liver parenchyma in the various phases of contrast enhancement (figure).

Detection of a lesion depends on difference in attenuation between liver and lesion. LEFT: Arterial phase showing hypervascular FNH MIDDLE: Portal venous phase showing hypovascular metastasis RIGHT: equilibrium phase showing relatively dense cholangiocarcinoma

In the **arterial phase** hypervascular tumors will enhance via the hepatic artery, when normal liver parenchyma does not yet enhance, because contrast is not yet in the portal venous system. These hypervascular tumors will be visible as hyperdense lesions in a relatively hypodense liver. However when the surrounding liver parenchyma starts to enhance in the portal venous phase, these hypervascular lesion may become obscured.

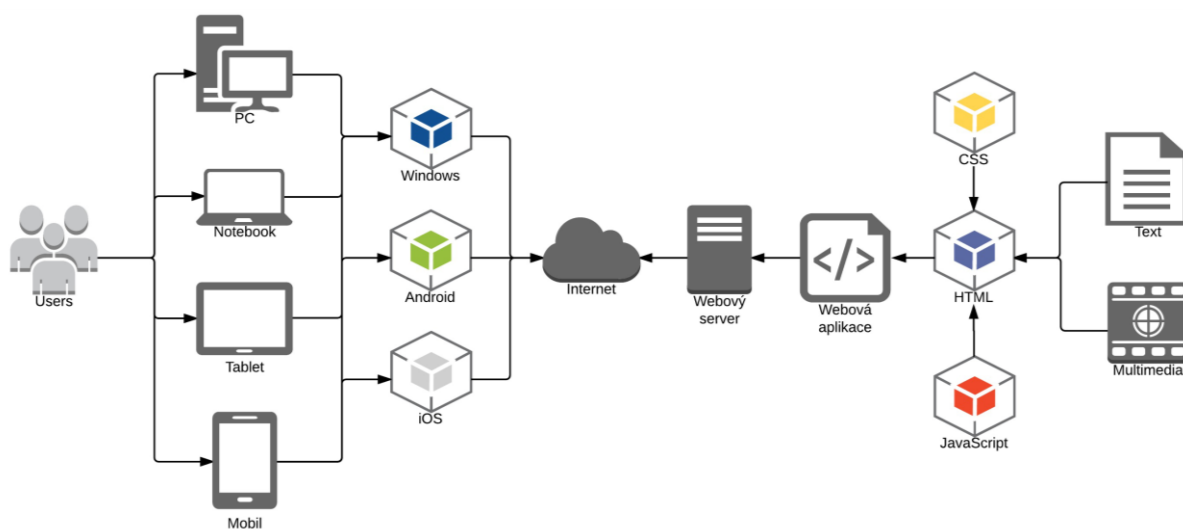
In the **portal venous phase** hypovascular tumors are detected, when the normal liver parenchyma enhances maximally. These hypovascular tumors will be visible as hypodense lesions in a relatively hyperdense liver.

In the **equilibrium phase** at about 10 minutes after contrast injection, tumors become visible, that either lose their contrast slower than normal liver, or wash out their contrast faster than normal liver parenchyma. These lesions will become either relatively hyperdense or hypodense to the normal liver.

Obr. 23: Popisy a snímky jaterní tkáně.

2. Nástroje pro tvorbu interaktivní učebnice

Konceptem je nabídnout výukový materiál, který bude online dostupný a bude možné si jej prohlížet na různých zařízeních. Pro vytvoření interaktivní učebnice bylo zvoleno HTML 5 a CSS, protože umožňují vytvořit vlastní design stránek, přístupnost na internetu. Stylování pomocí CSS zaručí, že se vzniklé internetové stránky zobrazí na všech zařízeních naprosto stejně. Pro optimalizaci zobrazení stránek na mobilních zařízeních se nabízí možnost vytvořit responsivní design. Interaktivní prvky budou řešeny pomocí Javascriptu, ten bude využívat knihovnu jQuery, která je volně dostupná.



Obr. 24: Koncept.

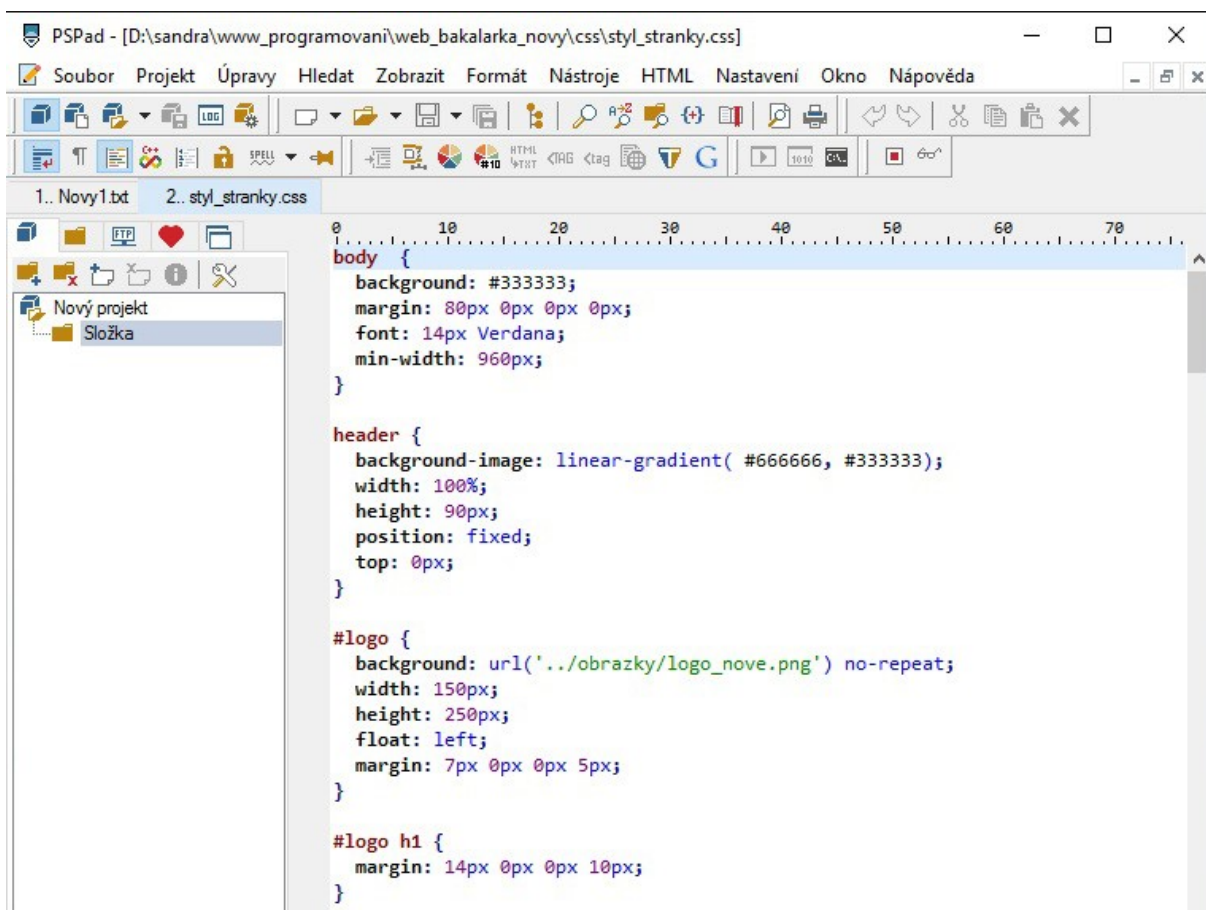


3. Multimediální prvky

Pro to, aby bylo možné umístit na webové stránky multimediální prvky, je potřeba zvolit jejich vhodné formáty. Umístění fotografie budou ve standardním formátu *.JPG, pro obrázky, tedy grafiku, bude zvolen formát *.PNG. Pro tvorbu animací je vyloučen Flash, neboť není podporován operačními systémy Applu. Animace budou tedy řešeny pomocí *.GIFu. Video s tematikou ultrasonografu Mindray M7 jsou výrobcem umístěna na serveru <http://www.youtube.com> a budou přehrávána pomocí odkazu v tzv. lightboxu přímo na webových stránkách učebnice. Pro lightbox s různými efekty je využit již napsaný kód, který je volně dostupný a stažitelný na internetu.

4. Kódy, výběr vhodného vzhledu

K samotnému psaní kódu je využit volně dostupný program PSPad, který umožňuje vytvářet jak HTML kódy, tak CSS, Javascript a další.



Obr. 25: Ukázka prostředí PSPadu.

4.1. Kódy HTML, CSS a Javascript

Všechny kódy využitě při tvorbě této učebnice jsou uloženy v elektronické podobě na CD/DVD.

4.1.1. HTML

Základ učebnice je napsán v HTML, který pomocí tzv. linku načítá kódy napsané v CSS a Javascriptu.



4.1.2. CSS

V kaskádových stylech jsou zapsány vlastnosti jednotlivých elementů a způsob jejich zobrazení na samotných internetových stránkách. Pro tzv. lightbox je využit již vytvořený CSS kód, který je k dispozici ke stažení na internetu.

4.1.3. Javascript

V Javascriptu jsou napsány interaktivní prvky učebnice, jako například test a jeho vyhodnocení. Opět pouze pro lightbox a jeho efekty je využit již hotový kód dostupný ke stažení na internetových stránkách.

4.2. Výběr vhodného vzhledu učebnice

České znaky se kódují pomocí UTF-8. Pevná šířka stránek je nastavena na 960 px. Jako písmo je zvolen bezpatkový font Arial, který je vhodný pro použití na webu a je součástí většiny počítačů.

Jsou použity neutrální barvy: šedá, bílá a studená modrá. Modrá barva patří k velice populárním jak u žen, tak u mužů a patří k nejpoužívanějším na webu. Co se týče psychologie, vyvolává tato barva pocit důvěry, řádu, věrnosti a klidu. Tmavě šedá je využita na pozadí hlavičky a patičky webových stránek, bílá působí čistým dojmem a je pozadím hlavního obsahu.

Text je zvolen ve stejné barvě jako pozadí hlavičky a patičky a je umístěn na bílém pozadí. Tato varianta zaručuje dostatečný kontrast.

Navigační menu je umístěno vodorovně v horní části obrazovky a je řešeno jako plovoucí obsah, tedy při rolování dolů je nabídka upevněna k hornímu okraji a je tak neustále k dispozici. V hlavním menu jsou umístěny záložky pro rychlý výběr požadované sekce, jako například obsah stránek, videa, vyšetření apod. Obsah je řešen pomocí hypertextových odkazů, které po výběru kapitoly přesměrují uživatele na požadované informace. Stejným způsobem jsou řešeny i ostatní záložky.

Interaktivní učebnici ultrasonografie je možné nalézt na dočasné webové doméně <http://www.jtarchitekt.cz/ultrasonografie.html>.

05 návrh webového prostředí

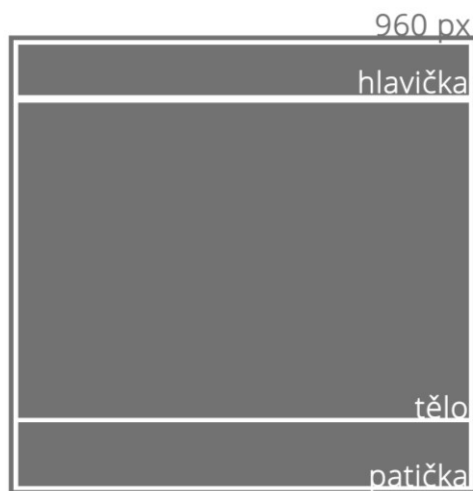
1. Barvy, rozvržení

Internetové stránky jsou navrženy ve třech barvách, základní barvou je bílá s kódovým značením #ffffff, další z barev je šedá #333333 a „ledově“ modrá se značením #00bfff. Tyto barvy jsou tzv. bezpečné barvy, což zaručí, že se zvolené barvy zobrazí na všech zařízeních správně. Bílá a šedá jsou barvy neutrální a je možno je neomezeně míchat s ostatními barvami. Modrá barva patří mezi barvy studené, je populární u žen i mužů, vyjadřuje důvěru, řád, věrnost a klid.



Obr. 26: Výběr barev.

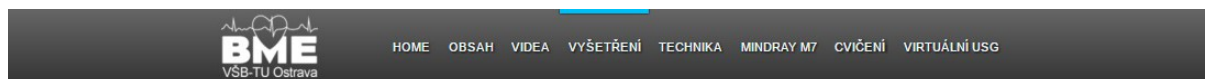
Šířka stránky je pevně stanovena na 960 px, délka je přizpůsobitelná obsahu. V horní části obrazovky v tzv. hlavičce se nachází vodorovné hlavní menu. Ve spodní části v tzv. patičce jsou údaje o autorech, copyright, rok vytvoření apod. Mezi hlavičkou a patičkou se nachází tzv. tělo stránky, kde se nachází veškerý obsah učebnice.



Obr. 27: Rozvržení stránky.

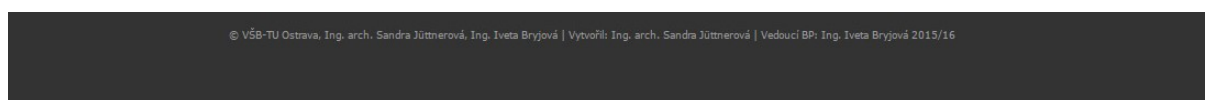
Hlavní menu je navrženo jako vodorovné a fixní, což zajistí, že je při rolování stránkou „přilepeno“ k hornímu okraji, je tak tedy vždy k dispozici bez nutnosti vracet se na začátek stránky.

Menu využívá bílé písmo na šedém pozadí, tato kombinace barev má dostatečný kontrast. V levé části se nachází logo. Výška lišty s nabídkou je pevně stanovena na 90 px.



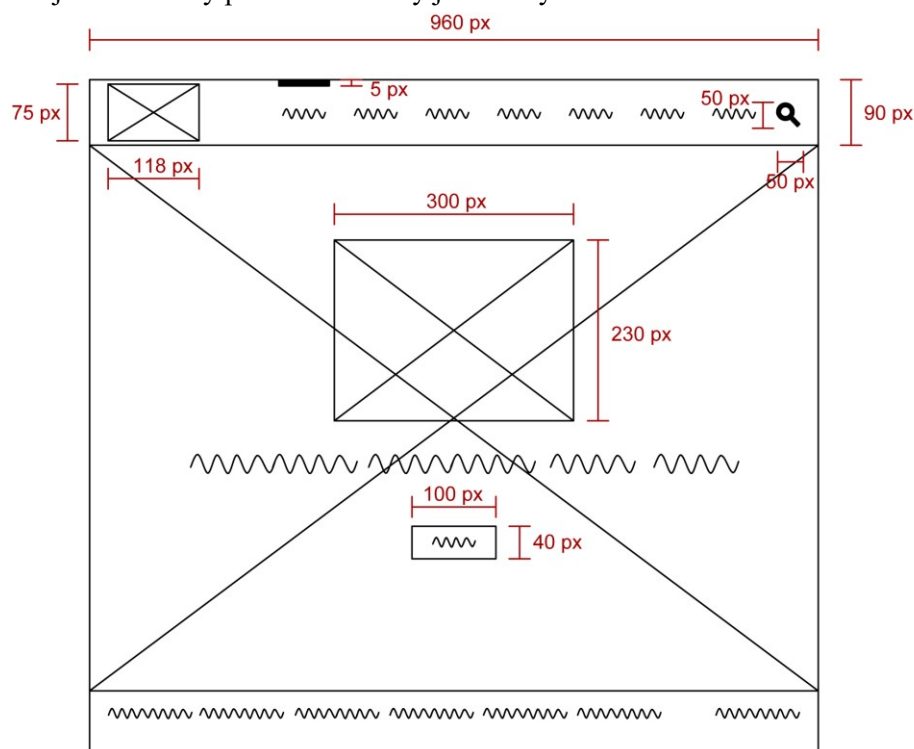
Obr. 28: Hlavní menu.

Ve spodní části, v tzv. patičce, jsou údaje o autorech, copyright, rok vytvoření apod. Pro patičku je taktéž zvoleno bílé písmo na šedém pozadí.

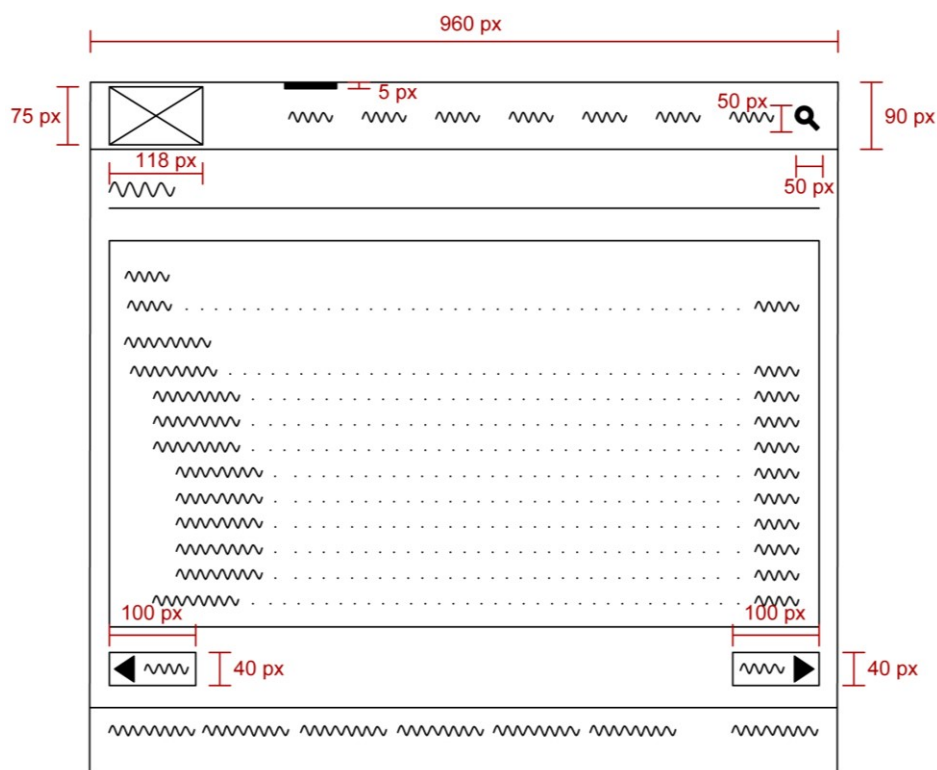


Obr. 29: Patička.

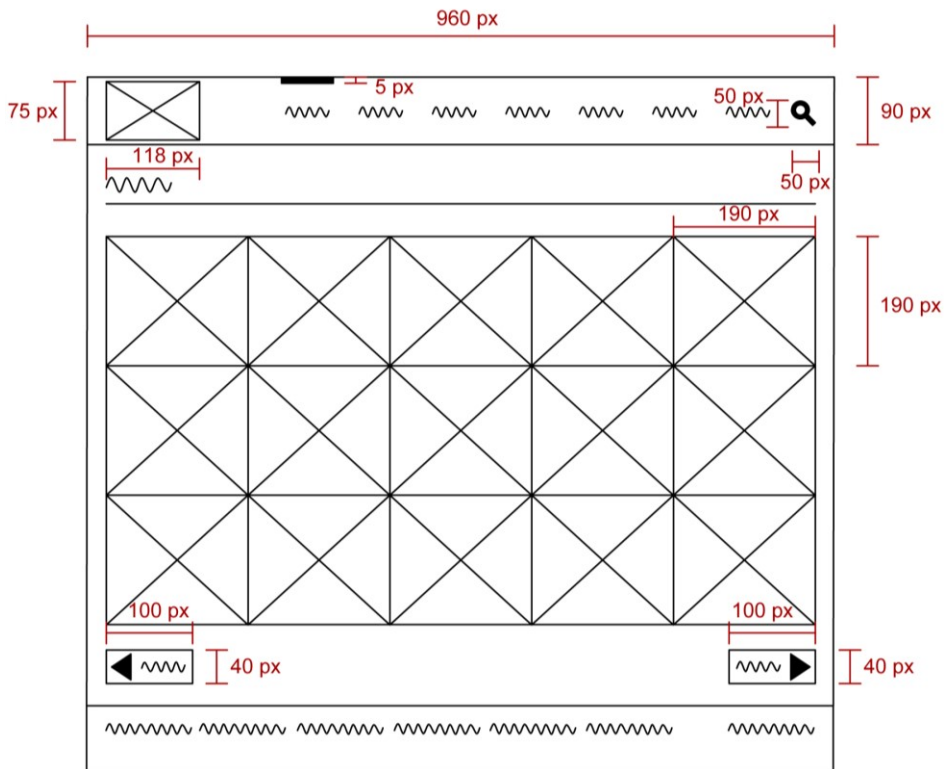
V dalším kroku bylo navrženo rozložení jednotlivých stránek webu, tomuto návrhu se říká wireframe. Zde jsou navrženy pozice a rozměry jednotlivých elementů.



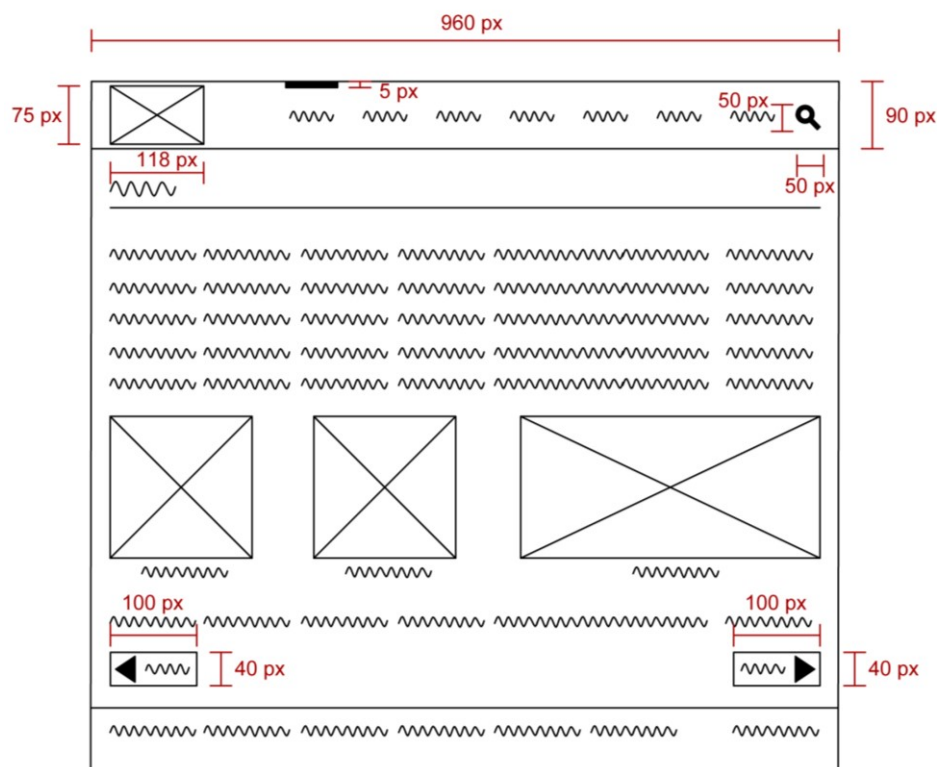
Obr. 30: Wireframe - hlavní stránka.



Obr. 31: Wireframe - stránka s obsahem.

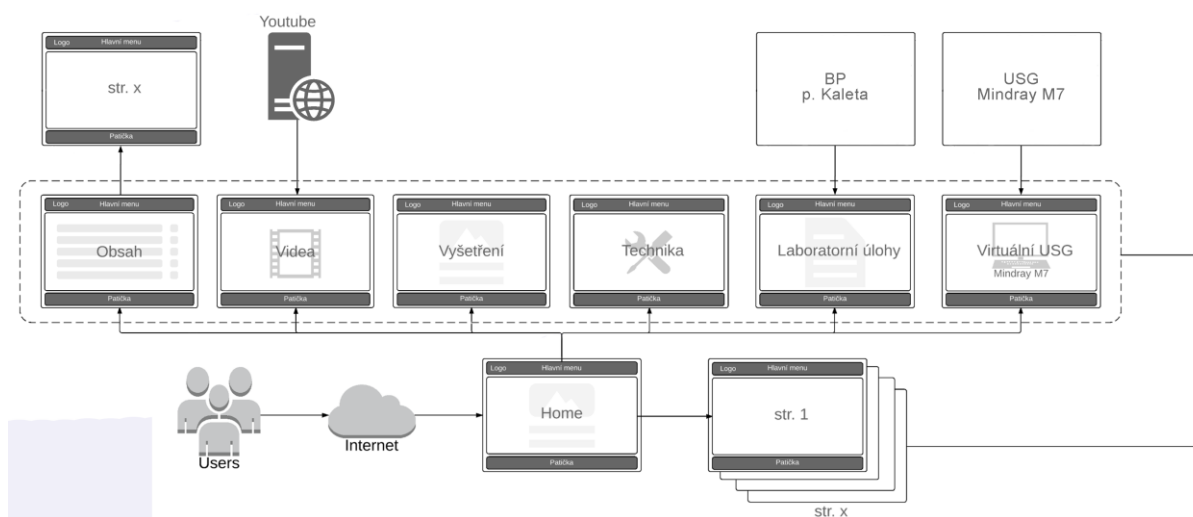


Obr. 32: Wireframe - stránka s nabídkou.



Obr. 33: Wireframe - stránka s hlavním obsahem.

Aby bylo možno se v učebnici správně orientovat a dostat se tak k požadovaným informacím, byla vytvořena struktura webových stránek. Pomocí ní je znázorněno, odkud a kam se můžeme z dané stránky odkázat, a jejich vzájemné propojení.



Obr. 34: Struktura webových stránek.

2. Kapitoly

Učebnice je sestavena z pěti hlavních částí, první se zaměřuje na fyzikální podstatu ultrazvuku. Druhá část se zabývá využitím ultrazvuku v lékařství, třetí část se věnuje technice a testování ultrazvukových přístrojů. Čtvrtá část je zaměřena na diagnostický ultrasonografický přístroj Mindray M7. V poslední, páté kapitole, jsou uvedeny laboratorní úlohy provedené na přístroji Mindray M7.



Obr. 35: Sestavení kapitol.

Hlavní menu obsahuje odkazy na vybrané kapitoly. Pediatrická, fetální a prenatalní ultrasonografie je vypuštěna, neboť se jedná o samostatné a rozsáhlé kapitoly. V učebnici jsou však uvedeny odkazy na literaturu a webové stránky zabývající se problematikou těchto kapitol.

2.1. Home

Po zadání příslušné adresy do internetového prohlížeče se uživateli zobrazí hlavní stránka, tzv. Home. Zde má na výběr několik možností, jednou z nich je kliknutí na tlačítko „Spustit“. Tímto začne učebnicí procházet stránku po stránce, tak jak jsou jednotlivé kapitoly logicky řazeny od základních obecných informací až po odborné. Další z nabízených možností jsou „rychlé odkazy“ v hlavní nabídce směřující na vybrané kapitoly.




Obr. 36: Úvodní stránka

Ve spodní části úvodní obrazovky lze nalézt odkaz na webové stránky katedry Kybernetiky a biomedicínského inženýrství Fakulty elektrotechniky a informatiky VŠB-TU v Ostravě. Dále lze zobrazit použitou a doporučenou literaturu k tématu ultrazvuku a ultrasonografii. Je zde také možnost stáhnout si učebnici ve formátu *.pdf pro použití offline.

2.2. Obsah

Pod odkazem „Obsah“ nalezneme strukturovaný obsah učebnice, po výběru požadované kapitoly a kliknutím na příslušný název dojde pomocí tzv. kotev k přesměrování na vybranou kapitolu.

		HOME	OBSAH	VIDEO	VYŠETŘENÍ	TECHNIKA	MINDRAY M7	CVIČENÍ	VIRTUÁLNÍ USG
OBSAH									
Úvod									
Úvod									1
Part I. - Fyzika ultrazvuku									
1. Fyzika ultrazvuku									3
1.1. Definice									3
1.2. Vznik, zdroje									3
1.3. Vlastnosti ultrazvuku									3
1.3.1. Šíření									3
1.3.2. Rychlost									3
1.3.3. Akustická impedance									3
1.3.4. Útlum									3
1.3.5. Odraz a lom									3
1.4. Dopplerův jev									3
1.5. Intenzity UVZ využívané v diagnostice									3
1.6. Polotloušťka									3
1.7. Vznik ultrazvukového obrazu									3
1.8. Princip ultrasonografického zobrazování									3
2. Biologický efekt a bezpečnost									4
2.1. Účinky ultrazvuku na živou tkáň									4
2.2. Intenzity UVZ využívané v diagnostice									4
2.3. Šíření ultrazvuku v tkáni a odrazivost tkání									4
3. Kontrastní látky v ultrazvukové diagnostice									5
3.1. Echokontrastní látky									5
4. Test č. 1									5
Part II. - Lékařské využití									
1. Ultrasonografie									6
1.1. Intenzity UVZ využívané v diagnostice									6
1.2. Polotloušťka									6
1.3. Vznik ultrazvukového obrazu									6
1.4. Princip ultrasonografického zobrazování									6
1.5. Zobrazení									6
1.5.1. Múd A									6
1.5.2. Múd B									6
1.5.3. Múd M									6
1.5.4. 3D									6
1.5.5. 4D									6

Obr. 37: Obsah.

2.2.1. Fyzika ultrazvuku

Kapitola „Fyzika ultrazvuku“ nahlíží na ultrazvuk z fyzikálního hlediska. Uživatelé popisuje principy a vlastnosti ultrazvukového vlnění. Součástí kapitoly jsou obrázky, videa a animace pro lepší pochopení probírané látky.

FYZIKA ULTRAZVUKU

1. Fyzika ultrazvuku

1.1. Definice

Ultrazvuk je mechanické vlnění vyvolané vzájemným rozkmitáním elastických částic, jehož frekvence je vyšší než 20 kHz. Pro člověka tato frekvence leží nad hranicí slyšitelnosti.



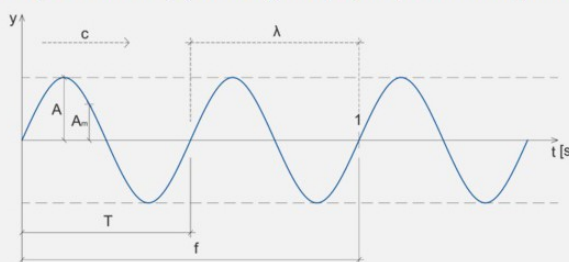
Obr. 1.1: Frekvenční pásma. []

V závislosti na frekvenci se ultrazvukové vlnění dělí na tři kategorie, silový ultrazvuk s frekvencí 20–100 kHz, vysokofrekvenční s frekvencí do 100 kHz do 1 MHz a diagnostický ultrazvuk o frekvencích 1–500 MHz. V chemii se využívají frekvence od 20 do 100 kHz, tyto frekvence jsou schopny vyvolat kavitaci bublin. Zvířata k navigaci a komunikaci používají frekvence od 1 do 10 MHz, stejně jako využití pro detekci prasklin, k podvodní echolokaci a samozřejmě k diagnostice.

K tomu, aby mohlo dojít k přenosu je zapotřebí mít tři základní části – zdroj zvuku, prostředí, ve kterém se šíří a přijímač. Ve vakuu se zvuk nešíří.

Ultrazvuk je část (součástí) zvukového vlnění a má všechny jeho vlastnosti. Dělí se do čtyř rozdílných kategorií a to podélné vlny, příčné vlnění, povrchové a deskové, v závislosti na typu vibrací částic prostředí.

Mechanické vlnění a tedy i ultrazvuk můžeme popsat frekvencí, periodou, amplitudou, vlnovou délkou a rychlostí šíření.



Obr. 1.2: Popis vlnění. []

- **t** čas – základní jednotkou je sekunda [s]
- **y** výchylka
- **f** frekvence – počet opakování (otáček) za jednotku času, základní jednotkou je Hertz [Hz], což je počet opakování za 1 s
- **T** perioda – doba jedné otáčky, základní jednotkou je sekunda [s]

Mezi frekvencí a periodou platí vztah:

$$f = \frac{1}{T} \quad [\text{Hz}]$$


- **A** amplituda – maximální výchylka, energie ultrazvuku, udávána v decibelech [dB]
- **A_m** okamžitá amplituda – okamžitá výchylka
- **λ** vlnová délka – délka jedné vlny, udávána v mm
- **c** rychlost šíření v m/s, platí vztah:

$$c = \lambda \cdot f = \frac{\lambda}{T} \quad [\text{m} \cdot \text{s}^{-1}]$$

Obr. 38: Kapitola "Fyzika ultrazvuku".

2.2.2. Lékařské využití

V kapitole „Lékařské využití“ se učebnice věnuje diagnostické ultrasonografii. Popisuje typy a funkce jednotlivých módů zobrazení ultrazvukových přístrojů, obrazové artefakty apod.

HOME OBSAH VIDEO VÝŠETŘENÍ TECHNIKA MINDRAY M7 CVIČENÍ VIRTUÁLNÍ USG

LÉKAŘSKÉ VYUŽITÍ

1. Ultrasonografie

1.1. Intenzity UVZ využívané v diagnostice
[Přejít na kapitolu.](#)

1.2. Polotloušťka
[Přejít na kapitolu.](#)

1.3. Vznik ultrazvukového obrazu

1.4. Princip ultrasonografického zobrazování

1.5. Zobrazení

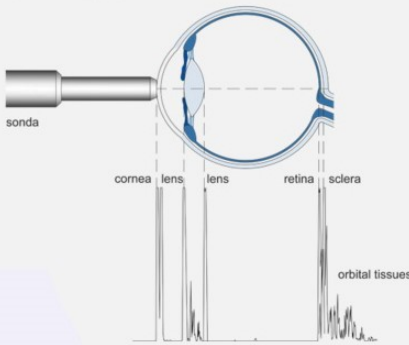
Při příjmu odraženého ultrazvukového vlnění se mechanická energie mění v piezoelektrické sondy na elektrický impuls. Ten je dále zpracován ultrasonografem a na obrazovce jej lze zobrazit dvěma způsoby: [21]

- kmitem (mód A)
- bodem (mód B)

1.5.1. Múd A

Múd A je nejjednodušší jednorozměrné ultrazvukové zobrazení. Echo signály odražené od akustického rozhraní jsou zobrazeny jako série amplitud (odtud A-mód) na časové základně osciloskopu.[25] Pevážně využití tohoto módu je v biometrii oka v oftalmologii.

kontaktní A-scan

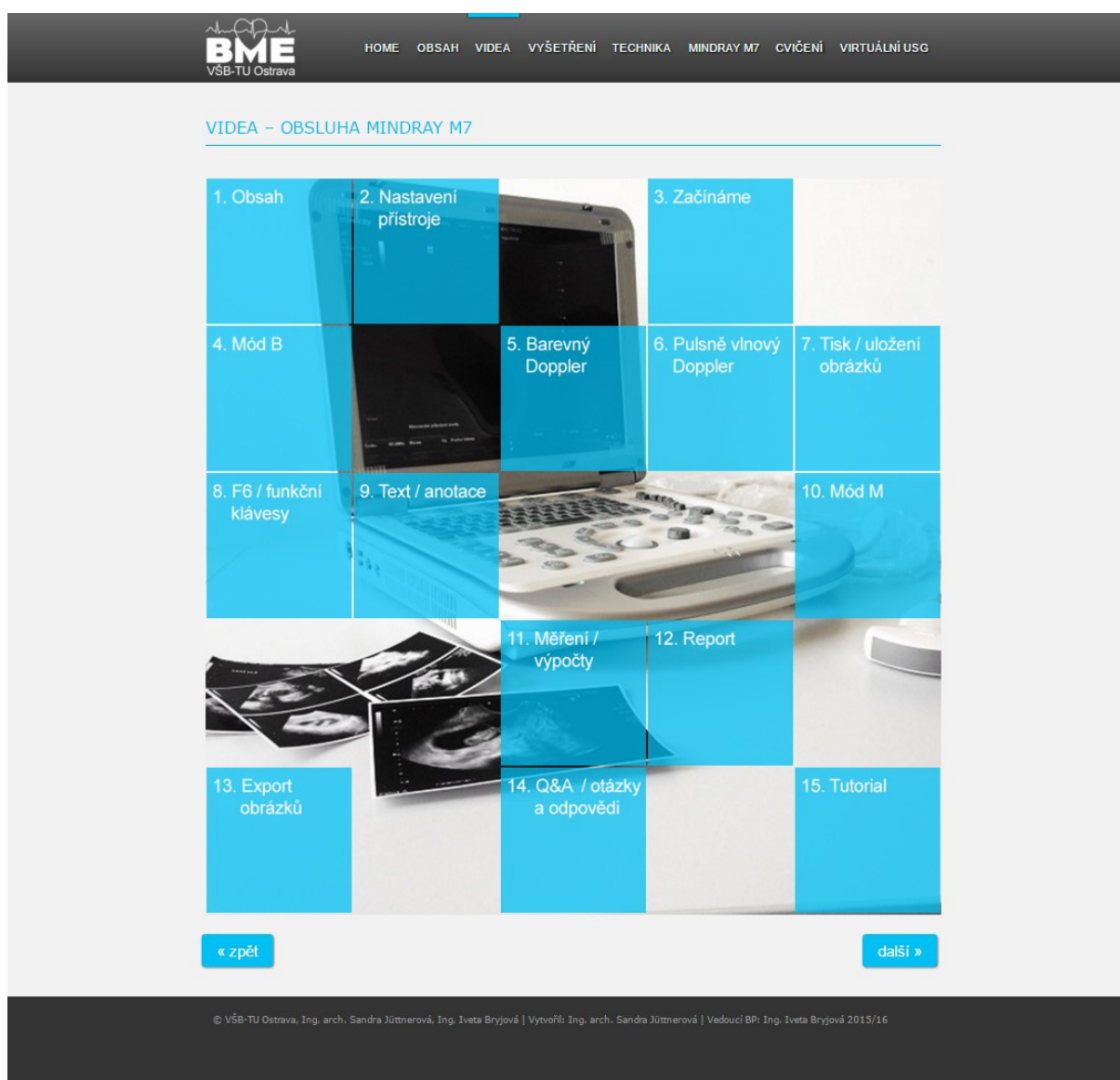


Obr. 2.1: Múd A. [1]

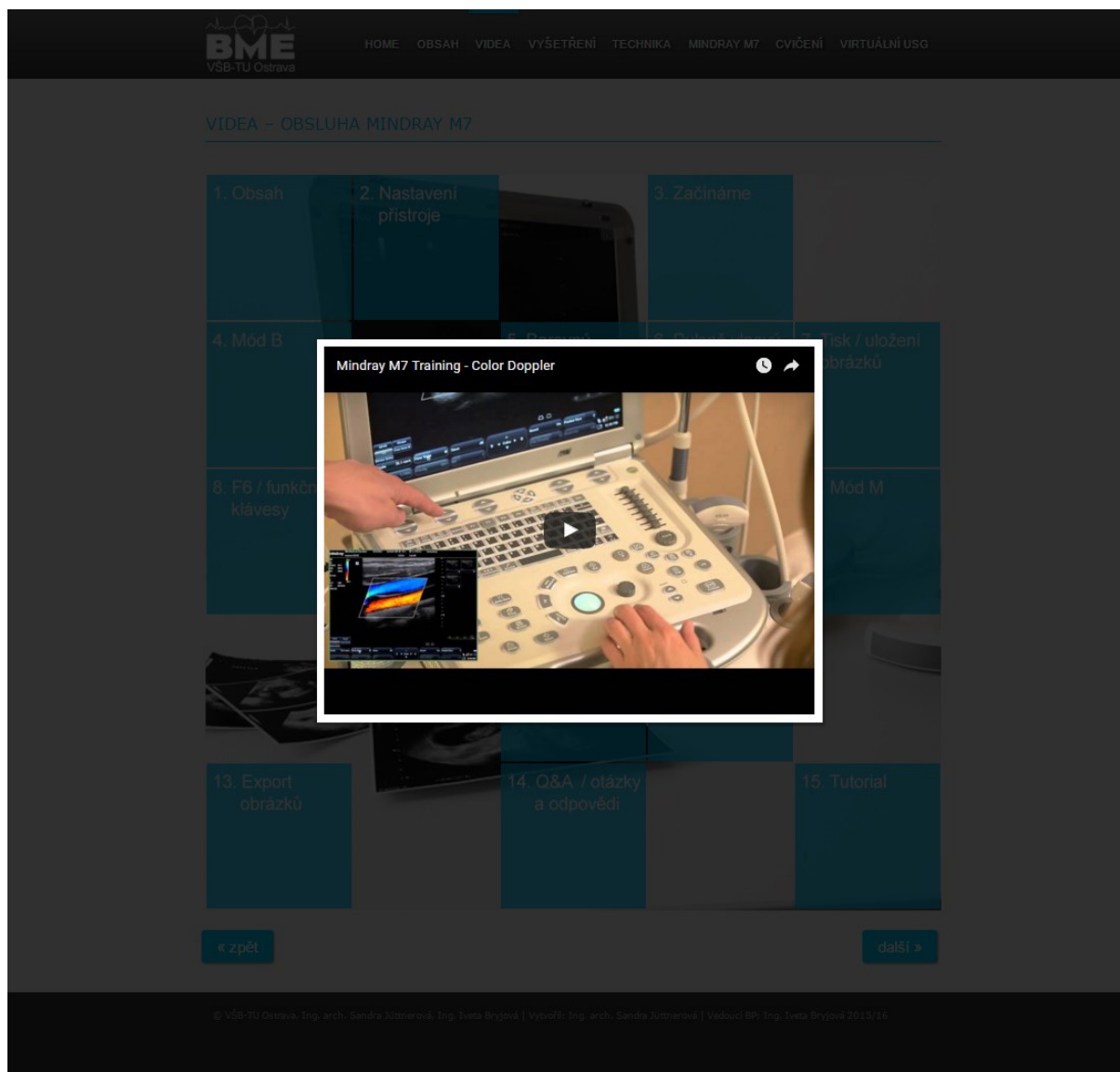
Obr. 39: Kapitola "Lékařské využití".

2.3. Video

Obsahem této kapitoly jsou videa s tematikou obsluhy ultrasonografu Mindray M7. Video jsou umístěna na serveru youtube.com a k jejich zobrazení byl zvolen „lightbox“ bez nutnosti přesměrovávat uživatele na jiné internetové stránky.



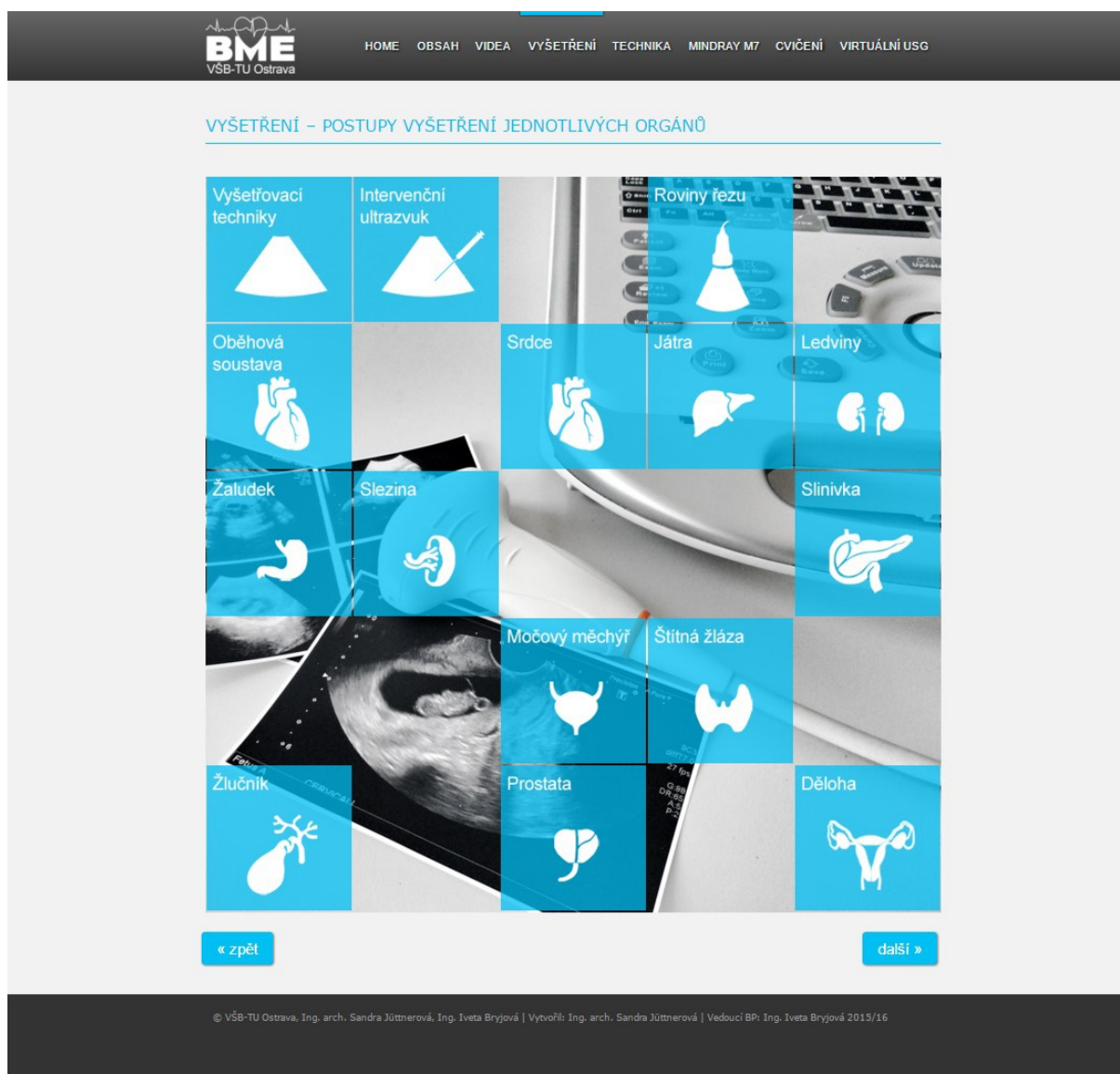
Obr. 40: Nabídka videí.



Obr. 41: Přehrávání videí v Lightboxu.

2.4. Vyšetření


Pod touto kapitolou se nachází postupy vyšetření vybraných orgánů s informacemi ohledně indikací, potřebného vybavení, přípravy, „pozicování“ pacienta, zobrazovacích technik a hodnocení snímku. Dále je možno zobrazit nejpoužívanější roviny řezu s názorným obrázkem umístění sondy a soupisem zobrazených struktur. V kapitole Vyšetřovací techniky jsou základní informace ohledně nejběžnějších vyšetření pomocí diagnostického ultrasonografu, indikací, popis hlavních částí ultrasonografu, možná rizika a jejich minimalizací, příprava pomůcek a manipulací se sondou.



Obr. 42: Nabídka vyšetření.

2.4.1. Vyšetřovací techniky

Kapitola se zabývá možnostmi vyšetření pomocí ultrazvukového přístroje, hlavními indikacemi k samotnému vyšetření, přípravou pomůcek a způsoby, jak manipulovat se sondou povrchovou i dutinovou. Informace jsou opět doprovázeny obrázky a videí.

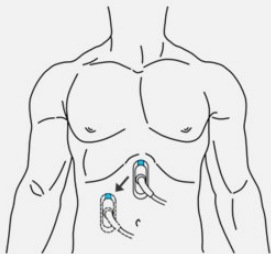
HOME OBSAH VIDEA VYŠETŘENÍ TECHNIKA MINDRAY M7 CVIČENÍ VIRTUÁLNÍ USG

Se sondou lze manipulovat pěti způsoby:

- posouváním
- naklápěním
- houpaním
- rotací
- tlakem

Posouvání

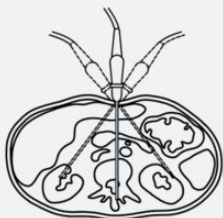
Posouváním sondy nalézáme nejlepší pozici pro snímání nebo se přesouváme do jiné části těla.



Obr.: Pohyb sondy - vnější posun.

Naklápění


Naklápění sondy ze strany na stranu umožňuje prozkoumat další roviny v dané ose skenovaného orgánu bez nutnosti posunu sondy po těle.



Obr.: Pohyb sondy - vnější naklápění.

Houpaní

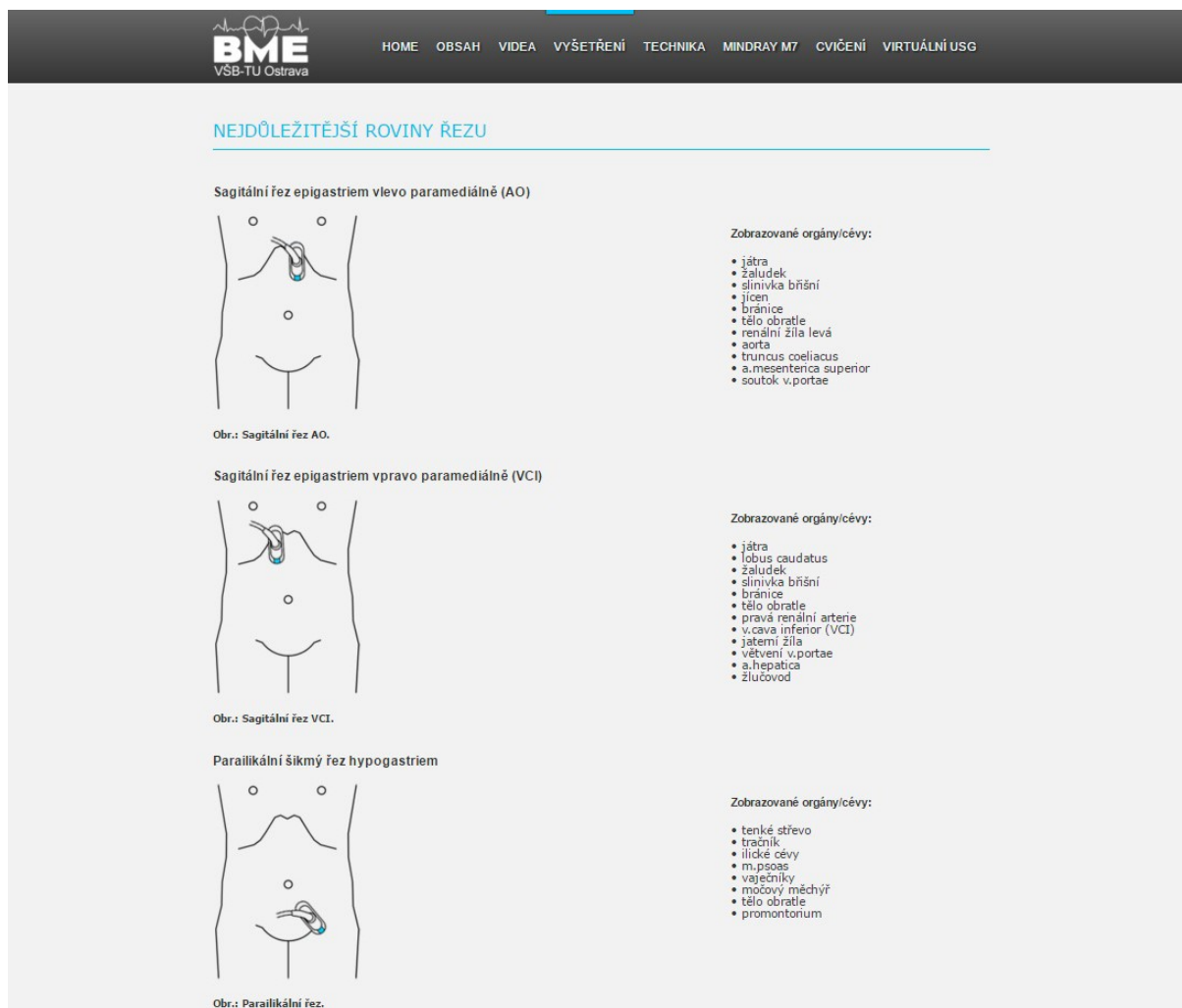
Houpacím pohybem sondy od centra do všech směrů umožňuje prozkoumat širší část skenované oblasti.



Obr. 43: Kapitola Vyšetřovací techniky.

2.4.2. Základní roviny

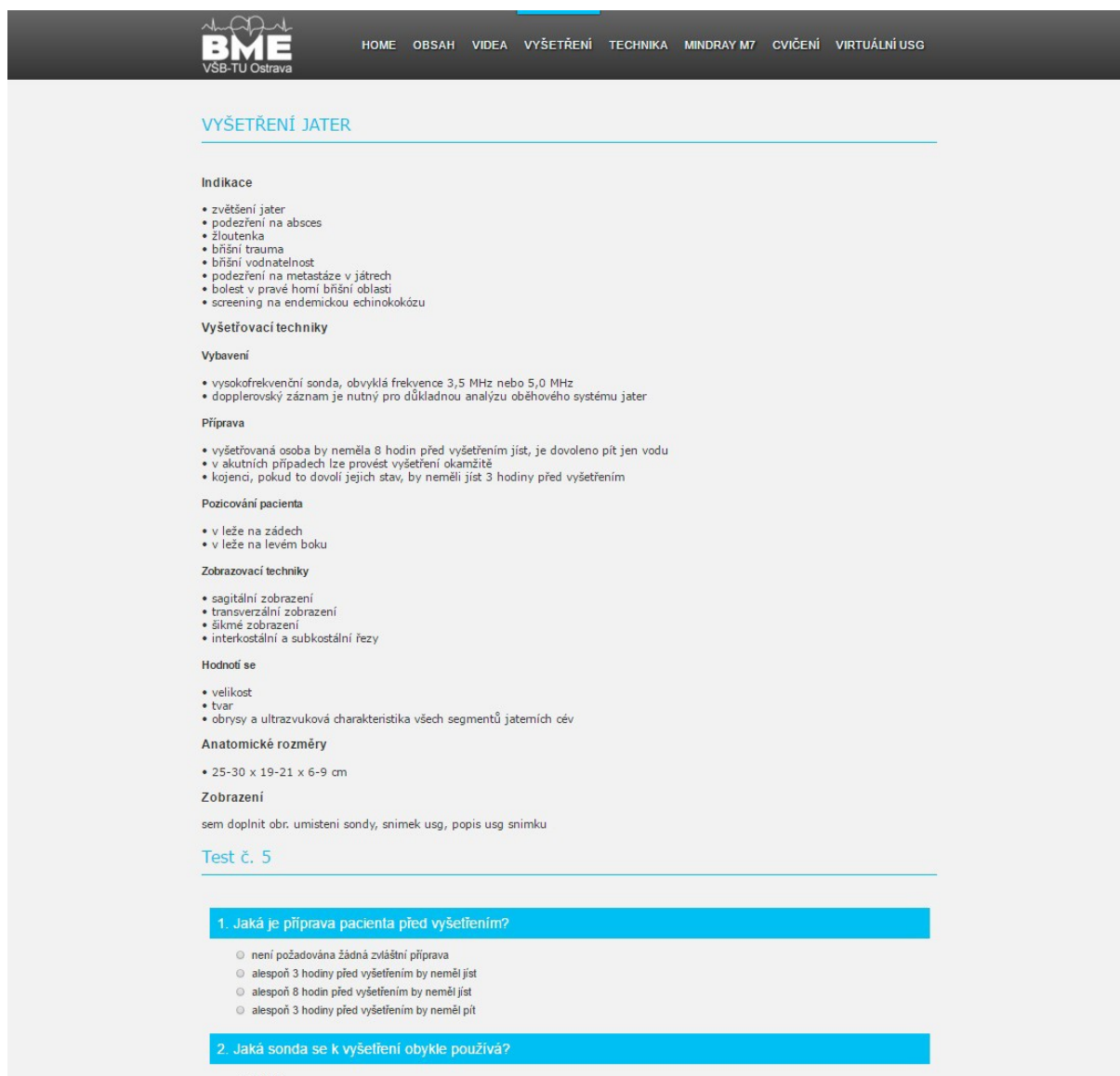
V této části jsou pomocí obrázků znázorněny hlavní polohy vyšetřovací sondy vzhledem k lidskému tělu, jsou zde vypsány orgány a tkáně zobrazované pomocí dané roviny, později budou doplněny i samotné ultrazvukové snímky charakterizující vždy vybranou základní rovinu.



Obr. 44: Kapitola roviny řezu.

2.4.3. Vyšetření jednotlivých orgánů

Dalšími podkapitolami jsou postupy vyšetření jednotlivých orgánů. Ke každému je vypsána indikace, potřebné pomůcky, frekvence vyšetřovací sondy, polohování pacienta a jeho případná speciální příprava před samotným vyšetřením. V další fázi budou doplněny ultrazvukové snímky a jejich popisy.



BME
VŠB-TU Ostrava

HOME OBSAH VIDEO VYŠETŘENÍ TECHNIKA MINDRAY M7 CVIČENÍ VIRTUÁLNÍ USG

VYŠETŘENÍ JATER

Indikace

- zvětšení jater
- podezření na absces
- žiloutenka
- břišní trauma
- břišní vodnatelnost
- podezření na metastázy v játrech
- bolest v pravé horní břišní oblasti
- screening na endemickou echinokokózu

Vyšetřovací techniky

Vybavení

- vysokofrekvenční sonda, obvyklá frekvence 3,5 MHz nebo 5,0 MHz
- dopplerovský záznam je nutný pro důkladnou analýzu oběhového systému jater

Příprava

- vyšetřovaná osoba by neměla 8 hodin před vyšetřením jíst, je dovoleno pít jen vodu
- v akutních případech lze provést vyšetření okamžitě
- kojenců, pokud to dovolí jejich stav, by neměli jíst 3 hodiny před vyšetřením

Pozicování pacienta

- v leže na zádech
- v leže na levém boku

Zobrazovací techniky

- sagitální zobrazení
- transverzální zobrazení
- šikmé zobrazení
- interkostální a subkostální řezy

Hodnotí se

- velikost
- tvar
- obrysy a ultrazvuková charakteristika všech segmentů jaterních cév

Anatomické rozměry

- 25-30 x 19-21 x 6-9 cm

Zobrazení

sem doplnit obr. umístění sondy, snímek usg, popis usg snímku

Test č. 5

1. Jaká je příprava pacienta před vyšetřením?

- ☐ není požadována žádná zvláštní příprava
- ☐ alespoň 3 hodiny před vyšetřením by neměl jíst
- ☐ alespoň 8 hodin před vyšetřením by neměl jíst
- ☐ alespoň 3 hodiny před vyšetřením by neměl pít

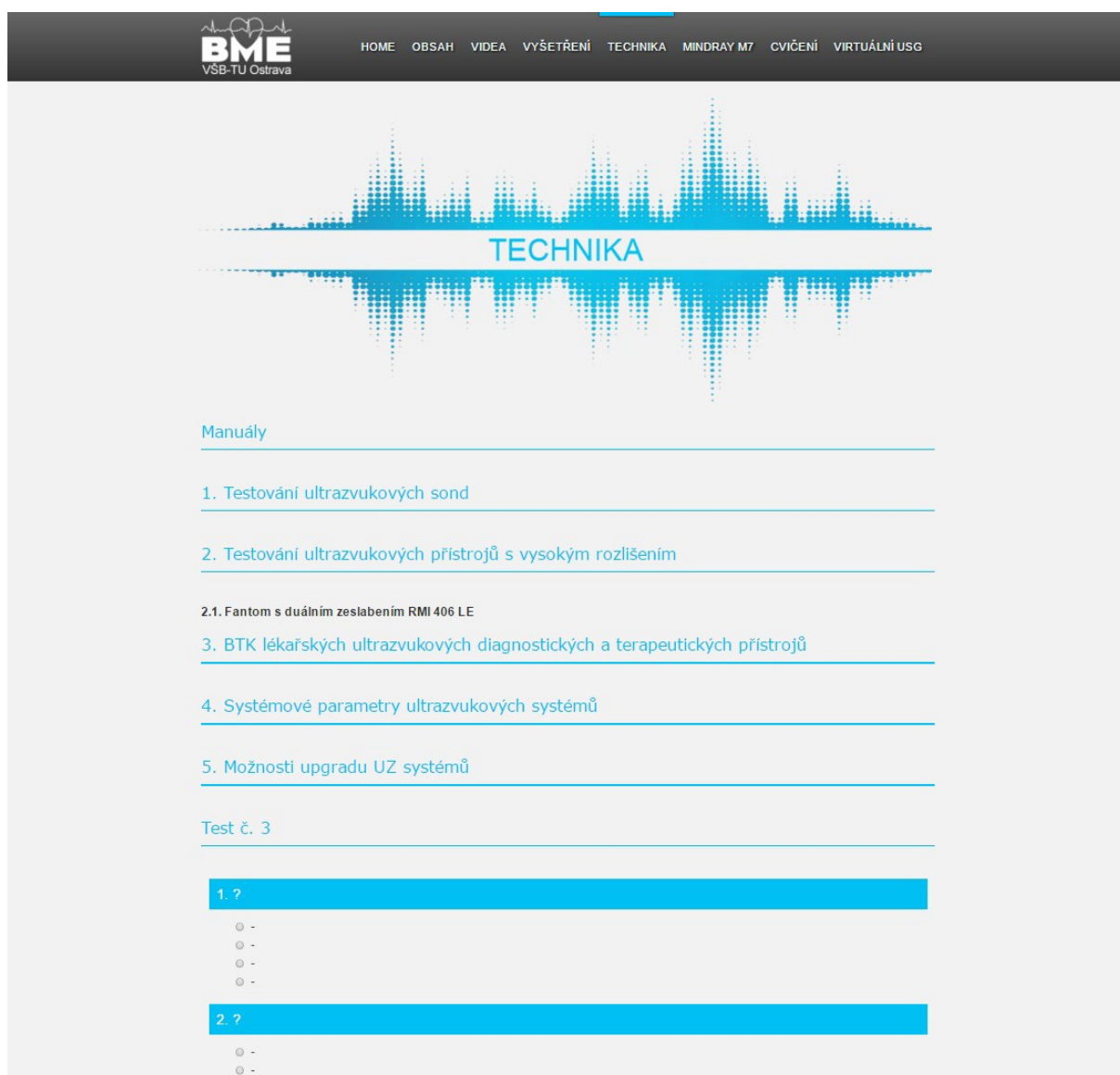
2. Jaká sonda se k vyšetření obvykle používá?

☐ 2 MHz

Obr. 45: Kapitola Vyšetření jater.

2.5. Technika

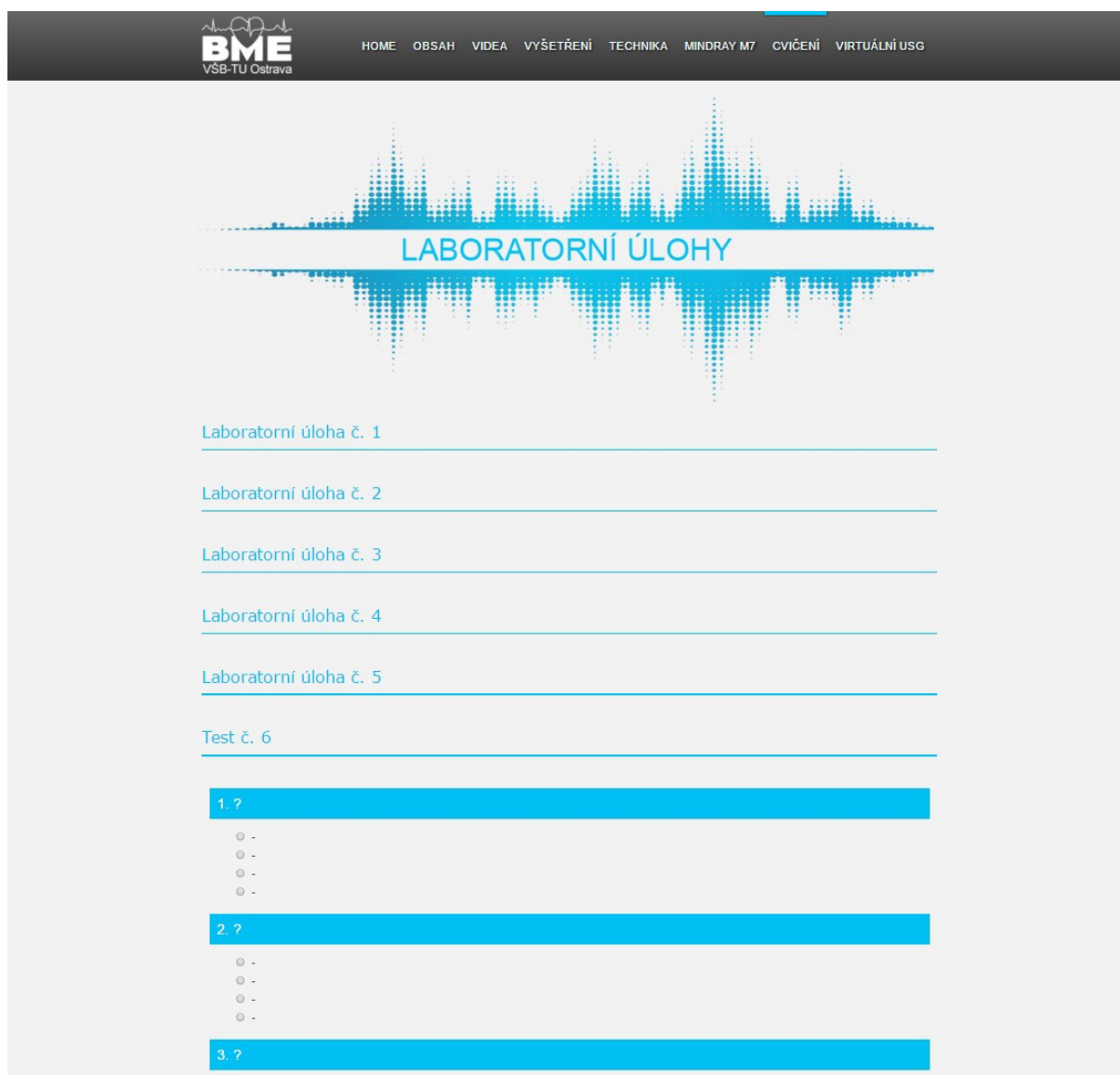
V části Technika se nachází technické manuály k ultrasonografu Mindray M7, způsoby testování ultrazvukových sond a přístrojů, kasuistiky a další technické příručky.



Obr. 46: Téma technika.

2.6. Cvičení

Záložka Cvičení obsahuje sadu laboratorních úloh k procvičení práce s ultrasonografem. Tato část je zpracovávána v rámci jiné bakalářské práce a bude později doplněna.



Obr. 47: Laboratorní úlohy.

2.7. Mindray M7

V této sekci jsou informace týkající se diagnostického ultrasonografu Mindray M7, jeho hlavních částí, funkcí, dostupných vyšetřovacích sond, popisu ovládacího panelu, možností zobrazení a nastavení.



BME
VŠB-TU Ostrava

HOME OBSAH VIDEO VYŠETŘENÍ TECHNIKA MINDRAY M7 CVIČENÍ VIRTUÁLNÍ USG

MINDRAY M7

DIAGNOSTICKÝ ULTRASONOGRAF MINDRAY M7

Využití:

- v gynekologii
- v porodnictví
- vyšetření břicha
- v pediatrii a neonatologii
- vyšetření prsou
- vyšetření varlat
- vyšetření štítné žlázy
- vyšetření neonatální cefalie
- transkraniální vyšetření
- v kardiologii
- vyšetření transvaginální
- vyšetření transrektální
- v urologii
- vyšetření oběhové soustavy
- v ortopedii
- vyšetření měkkých tkání
- intraoperativní vyšetření
- transesofageální vyšetření v kardiologii

15" TFT LCD display s vysokým rozlišením a 170° pozorovacím úhlem

Víceúlohové data processingové pozadí a správa: umožňující kratší dobu vyšetření

Rychlý start

iStation: souvislá a jednoduchá stanice pro správu patientských dat

TGC: detailní, nastavitelná optimalizace obrazu

iTouch: jedno tlačítko pro optimalizaci obrazu

Kvalitní výpočtová síla: okamžitá odpověď uživatelského ovládání a krátký oběhový čas

iRoam: bezdrátový přenos dat

Uživatelsky programovatelné předvolby vyšetření: rychlý start a konzistence

Uzavřený (utěsněný) povrch pro snadnou kontrolu infekce

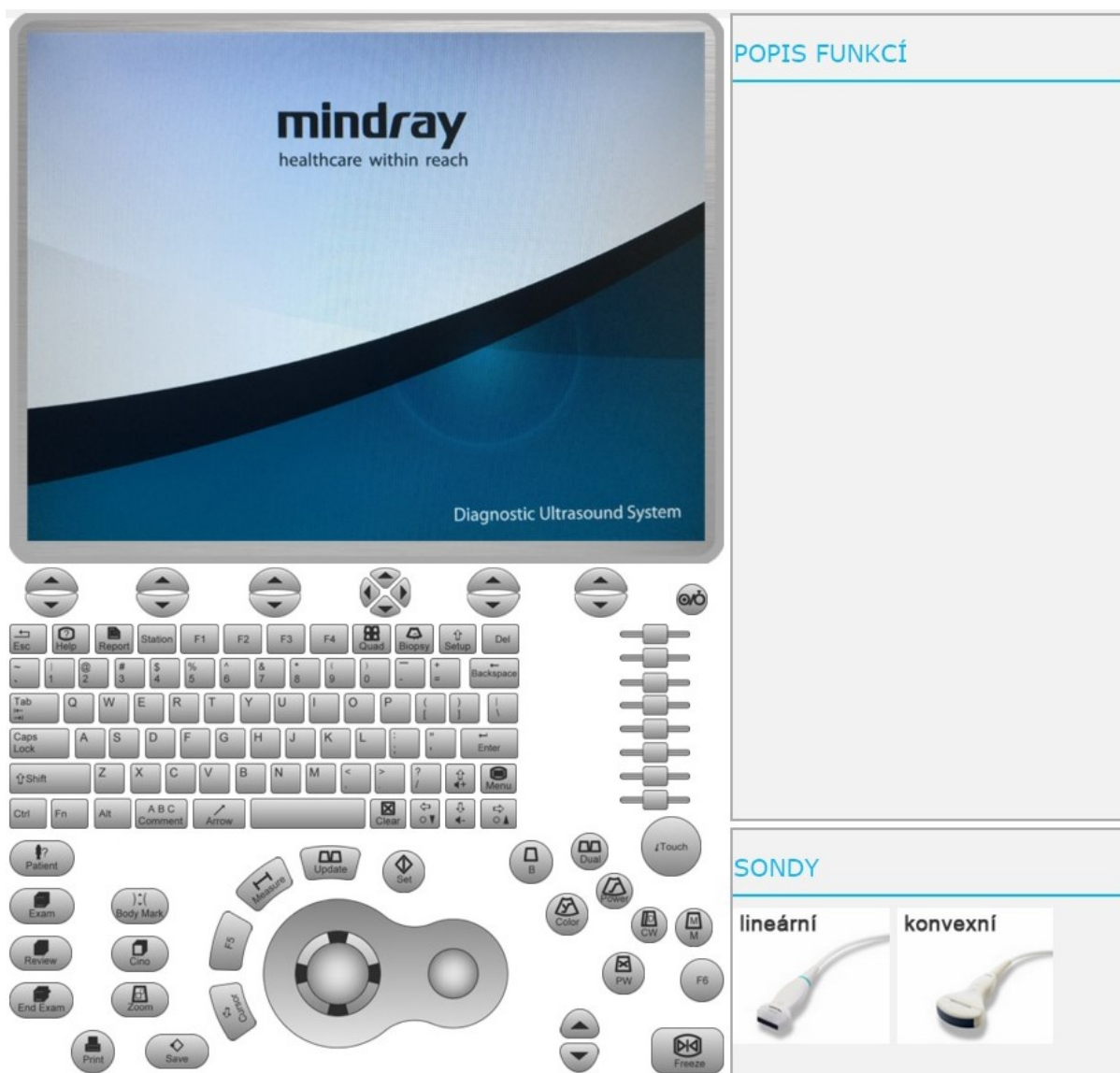
Podsvícený kontrolní panel

Trackball: pro jednoduché ovládání

Obr. 48: Mindray M7.


2.8. Virtuální ultrasonograf

Virtuální ultrasonograf nabízí studentovi možnost interaktivně si vyzkoušet jednotlivé funkce tlačítek, výběr sondy a jejich zobrazení na monitoru ultrasonografu Mindray M7. Prostředí ultrasonografu je rozděleno na čtyři části. První je samotná obrazovka přístroje, pod ní se nachází ovládací panel s rozložením tlačítek podle ultrasonografu Mindray M7, vpravo nahoře je pole pro vypsání funkce vybraného tlačítka a pod ním je výběr sond.




© VŠB-TU Ostrava, Ing. arch. Sandra Jüttnerová, Ing. Iveta Bryjová | Vytvořil: Ing. arch. Sandra Jüttnerová | Vedoucí BP: Ing. Iveta Bryjová 2015/16

Obr. 49: Prostředí virtuálního ultrasonografu.




POPIS FUNKCÍ




Patient

pacient - zadávání informací o pacientech, možnost přidat nového




SONDY

lineární



konvexní




© VŠB-TU Ostrava, Ing. arch. Sandra Jüttnerová, Ing. Iveta Bryjová | Vytvořil: Ing. arch. Sandra Jüttnerová | Vedoucí BP: Ing. Iveta Bryjová 2015/16

Obr. 50: Funkce tlačítka "Patient".

2.9. Testy

Na konci každé kapitoly se nachází test s otázkami na téma probrané v dané kapitole. Na výběr jsou čtyři odpovědi, přičemž je jen jedna správná. Na konci testu je tlačítko „Vyhodnotit“, po spuštění se zobrazí správné odpovědi na špatně zatrhnuté otázky a je vypsáno dosažené skóre. Student si tak může ověřit nově získané informace.



HOME OBSAH VIDEO VYŠETŘENÍ TECHNIKA MINDRAY M7 CVIČENÍ VIRTUÁLNÍ USG

Závěrečná zpráva by měla zahrnovat:

- jméno pacienta a další identifikační údaje
- zdravotní pojišťovna pacienta
- kontaktní údaje vyšetřujícího lékaře
- relevantní klinické informace včetně indikací k vyšetření a kód diagnózy MKM
- datum vyšetření
- specifikace provedení ultrazvukového vyšetření
- použití vhodné terminologie a další doplnit

Test č. 3

1. Jaké jsou kontraindikace k vyšetření ultrazvukem?

☐ kontraindikace nejsou výjma dopplerovského módu v 1. trimestru těhotenství

☐ těhotenství a laktace

☐ v 3. trimestru těhotenství

☐ ultrazvukové vyšetření nemá kontraindikace

2. Jaká ultrazvuková sonda se používá při vyšetření měkkých tkání?

☐ konvexní s co nejnižší frekvencí

☐ konvexní s co nejvyšším polem zájmu

☐ lineární s co možná nejvyšší frekvencí

☐ sektorová s co možná nejvyšší frekvencí

3. Na co slouží ultrazvukový gel?

☐ odstraní artefakt vzniklý mezi sondou a povrchem těla pacienta způsobený vrstvou vzduchu mezi sondou a tělem

☐ ovlivní hydrataci kůže a lépe pak sonda lépe k vyšetřovanému orgánu

☐ nepoužívá se, protože v moderní diagnostice již není potřebný

☐ používá pro usnadnění pohybu sondy po kůži pacienta

4. Co je to hyperechogenní struktura?

☐ má nižší hustotu než okolní tkáně a dochází na ní k výraznému odražení vlny

☐ má nižší hustotu než okolní tkáně a dochází na ní k výraznému pohlcení vlny

☐ má vyšší hustotu než okolní tkáně a dochází na ní k výraznému odražení vlny

☐ má vyšší hustotu než okolní tkáně a dochází na ní k výraznému pohlcení vlny

Vyhodnotit test

« zpět

další »

© VSB-TU Ostrava, Ing. arch. Sandra Jüttnerová, Ing. Iveta Bryjová | Vytvořili: Ing. arch. Sandra Jüttnerová | Vedoucí BP: Ing. Iveta Bryjová 2015/16

Obr. 51: Test.



3. Ovládání

Ovládání je navrženo tak, aby bylo co nejvíce intuitivní a umožňovalo se co nejrychleji dostat k potřebným informacím.

Po spuštění učebnice se nejprve zobrazí úvodní stránka (Home), na níž je tlačítko „Spustit“. Po jeho stisknutí uživatel začne procházet učebnicí. Na konci každé stránky jsou umístěna tlačítka sloužící k listování učebnicí stránku po stránce tak, jak jsou řazeny jednotlivé kapitoly za sebou. Bude tedy postupovat v logické návaznosti od základních fyzikálních principů ultrazvuku až po odborné využití diagnostické ultrasonografie ve zdravotnictví.

K rychlé navigaci slouží hlavní menu, které se nachází v horní části obrazovky a nabízí odkazy na již zmíněné vybrané kapitoly. Výběrem tématu „Obsah“ se zobrazí struktura učebnice, výběrem kapitoly budeme odkázáni na její obsah. Pod dalším odkazem s názvem „Videa“ se nachází stránka s nabídkou videí s tematikou obsluhy ultrasonografu Mindray M7. Po výběru se video přehraje v tzv. Lightboxu přímo na stránce bez nutnosti přesměrování. Nabídka „Vyšetření“ se dále dělí na témata: Základní roviny řezu, Vyšetřovací metody, Manipulaci se sondou, Intervenční ultrazvuk a postupy vyšetření jednotlivých orgánů. V části „Technika“ jsou k nahlédnutí technické manuály k ultrasonografu Mindray M7. Záložka „Cvičení“ obsahuje laboratorní úlohy k procvičení práce s ultrasonografem. V poslední nabídce „Virtuální ultrasonograf“ je možnost vyzkoušet funkci jednotlivých tlačítek ultrasonografu, výběr sondy a její zobrazení na monitoru.



06 testování interaktivní učebnice

Testování vytvořené interaktivní učebnice probíhalo pod dohledem paní Ing. Ivety Bryjové na cvičeních z předmětů Lékařské zobrazovací systémy 2 na Katedře kybernetiky a biomedicínského inženýrství. Výukový materiál byl taktéž testován na Ústavu lékařské biofyziky Lékařské fakulty Univerzity Palackého v Olomouci panem Ing. Ladislavem Doležalem, CSc.

Závěr

Bakalářská práce si kladla za úkol poskytnout studentům komplexní interaktivní učebnici ultrasonografie. Po seznámení se s problematikou ultrazvuku a jeho využití v lékařství byla sestavena struktura výukového materiálu a vybrány vhodné kapitoly. Po zhodnocení vývojových aplikačních rozhraní pro interaktivní učebnice byl vybrán vhodný způsob pro vývoj tohoto výukového materiálu, tedy formou webových stránek. Byla navržena grafická stránka výukového prostředí, jeho rozvržení a vzájemná návaznost kapitol. Samotný kód stránek je napsán v HTML, jednotlivé elementy jsou stylizovány pomocí kaskádových stylů CSS, interaktivní prvky jsou napsány v javascriptu.

Vzhledem k velkému rozsahu tématu ultrazvuku a jeho využití v lékařství, nebylo možné v rámci této práce sepsat veškerý materiál. Jsou tedy napsány vybrané kapitoly, které jsou doplněny obrázky, videi a případně animacemi.

V další fázi vývoje této učebnice ultrasonografie je navrženo doplnit chybějící kapitoly, za pomoci radiologa pořídit potřebné ultrazvukové snímky i s jejich popisy, a vložit sadu laboratorních úloh pro diagnostický ultrasonograf Mindray M7, které jsou řešeny v rámci jiné bakalářské práce.

Aktualizaci výukového materiálu беру jako svou povinnost a samozřejmost i po odevzdání a obhajobě bakalářské práce.



Literatura

- [1] WORLD HEALTH ORGANIZATION, *Manual of Diagnostic Ultrasound*, 2. vydání, ISBN 978 92 4 154745 1
- [2] COMWALL, J. Chair – ABARBANEL, H. – DALLY, W. – FLATTÉ, S. – WESTERVELT, R., *Ultrasound*, květen 1996
- [3] HILL, C. R. – BAMBER, J. C. – HAAR, G. R., *Physical Principles of Medical Ultrasonic*, 2. vydání John Wiley & Sons, Ltd, Physical Department, Institute of Cancer Research, Royal Marsden Hospital, Sutton, Surrey, UK, ISBN 0 471 97002 6
- [4] ZEMP, R. J. – INSANA, M. F. – ABBEY, C. K. – QI, J., *Detection Theory in Ultrasound Imaging*, 2004
- [5] REGAZZO, Richard – REGAZZOVÁ, Marcela, *Základy ultrazvuku*, 2015, Skripta pro ultrazvukové kurzy UT1, UT2, UT3 a studium základů ultrazvuku
- [6] Prof. MUDr. HRAZDIRA, Ivo, DrSc., *Úvod do ultrasonografie v otázkách a odpovědích pro studenty Lékařské fakulty*, Brno, 2008, Klinika zobrazovacích metod LF MU, Fakultní nemocnice u Sv. Anny v Brně
- [7] *Dopplerovské ultrazvukové metody*
- [8] *Aplikace Dopplerova jevu v ultrazvukové diagnostice*
- [9] *Radiologie pro studium a praxi*
- [10] WU, T. Y. – GUO, N. – TEH, C. Y. – HAY, J. X. W., Theory and Fundamentals of Ultrasound, In *Advances in Ultrasound Technology for Environmental Remediation*, 2013, kapitola 2, s. 5-12, ISBN 978-94-007-5532-1
- [11] WORLD HEALTH ORGANIZATION, *Training in Diagnostic Ultrasound: Essentials, Principles and Standards*, Ženeva, 1998, Report of a WHO Study Group, ISBN 92 4 120875 9, ISBN 0512-3054
- [12] HAVLÍK, J., *Ultrazvukové diagnostické přístroje*, Katedra teorie obvodů, Fakulta elektrotechniky, ČVUT
- [13] www.radiologyinfo.org



-
- [14] *Ultrasound*
- [15] *Fyzikální principy echokardiografie*
- [16] VOŽDA, M., *Úvod do ultrasonografie*, Laboratoře biomedicínského inženýrství, Fakulta elektrotechniky a informatiky, VŠB Technická univerzita Ostrava
- [17] KODAJ, M., *Ultrazvuková diagnostika*
- [18] Mgr. VACHUTKA, Jaromír, *Jak měříme kvalitu zobrazení sonografu – přehled měřících metod*, Laboratoř pro výzkum medicínských aplikací ultrazvuku, Ústav lékařské biofyziky LF UP v Olomouci
- [19] Mgr. OCELKOVÁ, Petra, *Interaktivní učebnice ve výuce vzdělávací oblasti člověk a příroda*, Studijní opora k akci č. 1.5 Interaktivní učebnice ve výuce vzdělávací oblasti Člověk a příroda v rámci projektu č. CZ.1.07/1.3.05/03.0030, Ostrava, duben 2012
- [20] <http://www.itnetwork.cz/grafika/uvod-do-pocitacove-grafiky-rastr-vs-vektor/>
- [21] <http://www.jakpsatweb.cz/priklady/fonty.html>
- [22] *Základní typografická pravidla a jejich uplatnění v programu Microsoft Word*, <http://www.gjszlin.cz/ivt/esf/ostatni-gdm/zakladni-typograficka-pravidla-a-jejich-uplatneni.pdf>
- [23] KLÍMA, Martin, *Barevné modely, práce s barvou*, přednášky FELK ČVUT <http://amun.felk.cvut.cz/y36wmm/prednasky/prednaska8.pdf>
- [24] <https://www.interval.cz/clanky/magie-barev-na-webu-zaklady-teorie/>
- [25] PENHAKER, Marek., AUGUSTYNEK, Martin., *Zdravotnické elektrické přístroje 2*, 1. vydání, Ostrava, 2013, Katedra kybernetiky a biomedicínského inženýrství, Fakulta elektrotechniky a informatiky, VŠB Technická univerzita Ostrava, ISBN 978-80-248-3108-4
- [26] SVOBODA, E. a kol., *Přehled středoškolské fyziky*, Prometheus, ISBN 80-7196-006-3
- [27] <http://www.iconfinder.com>



-
- [28] Prof. MUDr. HRAZDIRA, Ivo, DrSc., *Biofyzikální základy ultrasonografie*, Olomouc, 2011, Biofyzikální ústav Lékařské fakulty Masarykovy univerzity v Brně
- [29] http://www.ginifab.com/feeds/pms/cmyk_to_rgb.php
- [30] <http://www.colorschemedesigner.com/previous/colorscheme2/>
- [31] <http://www.sovavsiti.cz/kontrast/>
- [32] http://studium.vos-sps-jicin.cz/svg/data/vektorova_a_rastrova_grafika.php
- [33] KŘÍKAVOVÁ, Linda, VALA, Ondřej, *Formáty pro rastrovou grafiku*, semestrální práce, ČVUT v Praze, Fakulta stavební, v Praze 2011
- [34] <https://cs.wikipedia.org/wiki/JavaScript>
- [35] INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ, *Výukový materiál pro projekt Podpora multimediální výuky*, reg. č. CZ.1.07/1.1.07/02.0077
- [36] VLNAS, Patrik, *Tvorba elektronické učebnice programování s interaktivními prvky*, bakalářská práce, Unicorn College, Katedra informačních technologií, Praha 2015
- [37] https://cs.wikipedia.org/wiki/HyperText_Markup_Language
- [38] https://cs.wikipedia.org/wiki/Kask%C3%A1dov%C3%A9_styl
- [39] AMERICAN INSTITUTE OF ULTRASOUND IN MEDICINE, *AIM Technical Bulletin*
- [40] KOVÁČ, Alexander a kolektiv, *Abdominálna ultrasonografia*, Vydavateľstvo Osveta
- [41] AZHARI, Haim, *Basics of Biomedical Ultrasound for Engineers*, Wiley, IEEE PRESS, ISBN 978-0-470-46547-9
- [42] Doc. RNDr KUBÍNEK, Roman, CSc., *Ultrazvuková terapie*, Lékařská přístrojová technika
- [43] MINDRAY DS USA, INC, *Diagnostic Ultrasound Systém M7 Series*, Service Manual, Revision 6.0, P/N: 046-000545-00 (V6.0)
- [44] MINDRAY DS USA, INC, *Mindray M7Hand-carried Diagnostic Ultrasound System*, P/N: 0002-08-40004 Rev 4



Přílohy na CD

1. HTML kódy

- 1.1. ultrasonografie (index)
- 1.2. úvod
- 1.3. obsah
- 1.4. fyzika ultrazvuku
- 1.5. lékařské využití
- 1.6. videa
- 1.7. vyšetření
- 1.8. vyšetřovací techniky
- 1.9. intervenční ultrazvuk
- 1.10. roviny řezu
- 1.11. oběhová soustava
- 1.12. srdce
- 1.13. játra
- 1.14. ledviny
- 1.15. žaludek
- 1.16. slezina
- 1.17. slinivka
- 1.18. močový měchýř
- 1.19. štítná žláza
- 1.20. žlučník
- 1.21. prostata
- 1.22. děloha
- 1.23. technika
- 1.24. Mindray M7
- 1.25. cvičení
- 1.26. virtuální USG
- 1.27. vypuštěné kapitoly
- 1.28. literatura

2. CSS kódy

- 2.1. styl_seda
- 2.2. styl_obsah
- 2.3. styl_stranky
- 2.4. styl_virtualni
- 2.5. lightbox.min



3. Javascript

- 3.1. test
- 3.2. virtuální_usg
- 3.3. mindray
- 3.4. kotvy
- 3.5. lightbox.min
- 3.6. jquery

4. Img

- 4.1. close
- 4.2. close-icon
- 4.3. closelabel

5. Obrázky

6. Animace

7. Pdf